

KAFKA
GESCHICHTE
DER
PHILOSOPHIE
IN EINZEL-
DARSTELLUNGEN

BAND 20

BACON
UND DIE NATUR-
PHILOSOPHIE

VON
WALTER FROST

FAHREN UND DIE
SCHIFFSBAUWERKE



BACON UND DIE NATURPHILOSOPHIE

Von

WALTER FROST

o. ö. Professor an der Universität Riga

Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen
Abt. V. Die Philosophie der neueren Zeit II
Band 20

Mit einem Bildnis Bacons

VERLAG ERNST REINHARDT IN MÜNCHEN

1 9 2 7

Copyright 1926
by Ernst Reinhardt Verlag
München

Druck: Münchner Buchgewerbehau M. Müller & Sohn, München

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. TEIL. FRANCIS BACON	9—199
I. UMRISSE DES LEBENS BACONS UND SEINER POLITISCHEN SCHICKSALE	9 — 29
Allgemeine Charakteristik der Persönlichkeit	11
Bacons Jugend	13
Wissenschaftliche Anfänge	15
Politische Anfänge	17
Die Essex-Affäre	19
Aufstieg und Sturz	21
Anklage wegen Bestechung	23
Letzte Lebensjahre	27
II. BACONS WISSENSCHAFTLICHE GESAMTPERSÖNLICHKEIT UND GESCHICHLICHE BEDEUTUNG	30— 64
Der Geist der Naturwissenschaft	31
Liebig's Urteil	35
Bacon und seine Zeitgenossen	39
Bacons Arbeiten in der Logik	41
Gesamtabsicht seiner Methodenlehre	43
Urteile über Bacon	49
Bacon und die Alchemie	53
Eindruck der Bacon'schen Schriften	59
Von Bacon zu Newton	61
Bacon-Shakespeare-Kontroverse	63
III. DIE LOGIK BACONS	65—144
1. Erkenntnistheorie, Idole, Antizipation und Interpretation	65 — 90
Der Verstand und die Dinge	67
Der Verstand und die Sinne	69
Wesen des Experiments	71
Idole	73
Induktion und Deduktion	75
Antizipation und Interpretation	77
Bacons neuer Induktionsbegriff	79
Wesensinduktion	81
Natur- und Geisteswissenschaften	87
2. Die Eigentümlichkeit des Bacon'schen Formbegriffes	90—113
Die vier Ursachenarten	91
Natur der weißen Farbe	97
Die Kunst, Gold zu machen	99
Antik-Begriffliches in der Formenlehre	101
Moderne Motive in der Formenlehre	103
Das Abecedarium Naturae	109
Kritik der Formenlehre	111
3. Das Tafelverfahren und der sich daran knüpfende Gedankenprozeß	113—126
Die Instanzentafeln	115
Urteile auf Grund der Instanzentafeln	119

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Das Beispiel der Wärme	121
Unabgeschlossenheit des Organum	123
Kritik des Tafelverfahrens	125
4. Die prärogativen Instanzen	126—144
Grenzfälle als Instanzen	129
Anregungen für Stuart Mill	131
Dämmerungsfälle, Monstrositäten usw.	133
Bedeutsame Analogien	135
Grundlage der prärogativen Instanzen	137
Prärogatives im Gebiet der Sinne	139
Die mathematischen Instanzen	141
Instanzen aus logischem Interesse	126
IV. BACON, DER ENZYKLOPÄDIST	145—184
Natur, Gott und Mensch	147
Naturzwecke, Mathematik	149
Geschichte, Poesie und Philosophie	151
Verhältnis zur Atomistik	155
Naturphilosophie der Spiritus	159
Klassifikation der Bewegungsarten	163
Causa formalis, causa efficiens	165
Natürliche Magie	167
Zweige der Geschichtsschreibung	169
Wesen und Arten der Poesie	170
Körper und Seele des Menschen	173
Grundlagen der Psychologie	175
Denken, Phantasie und Wille	177
Logik und Ethik	179
Zweige der Logik	181
Ethik und Scientia civilis	183
V. DIE ETHIK UND DIE SCIENTIA CIVILIS BACONS	185—199
Ethik und Religion	187
Triebgrundlagen des Sittlichen	189
Bewährung im praktischen Leben	191
Anbaukunst für die Seele	193
Private Lebenstechnik	195
Staatskunst	197
Die Essais und die Nova Atlantis	199
II. TEIL. DIE NEUE NATURPHILOSOPHIE	200—219
I. DAS RINGEN DER PHILOSOPHIE MIT DER TAT- SACHE DER MODERNEN NATURWISSENSCHAFT	200—202
II. DIE ERSTEN AUFGABEN DER CHEMIE	203—219
Verwandlungsprobleme	205
Kontinuität in der Reihe der Metalle	207
Quecksilber und Schwefel	209
Element und Kompositum	211
Negatives Gewicht	213
Stoicism der Gase	215
Ende des Irrtums	217
Messungsverfahren und Mathematik	219

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
III. LIONARDO DA VINCI	220—227
Einfluß der Araber	221
Lionardo als Ingenieur	223
Vorahnungen zum Trägheitsgesetz	225
Anatomische und biologische Studien	227
IV. KOPERNIKUS UND KEPLER	228—280
Angebliche Vorläufer	229
Wirkliche Vorläufer	231
Eine Wahrheit auf halbem Wege	233
Der Beweisgrund für Kopernikus	235
Abwehr von Einwänden	237
Verbleibende Mängel im System	239
Wirkung auf die Zeitgenossen	241
Tycho de Brahe	243
Keplers Leben	245
Keplers geistiger Charakter	247
Die Polyeder-Hypothese	249
Die drei Keplerschen Gesetze	253
Sphärenmusik	255
Der Weg zum dritten Gesetz	257
Erwägungen über Anziehungskräfte	261
Vom Beseelungs- zum Kraftprinzip	263
Keplers Optik	265
Erkenntnistheorie Keplers	269
Begriff des Naturgesetzes	275
Problem des Ursachenbegriffs	277
Keplers Harmoniebegriff	279
V. GALILEI	281—335
Erste astronomische Entdeckungen	283
Persönliche Feinde Galileis	285
Galileis Prozeß	287
Das Fernrohr und die Sonnenflecken	289
Ebbe und Flut	291
Problem der beschleunigten Bewegung	293
Problem des Kraftbegriffs	297
Natürliche und gewaltsame Bewegung	301
Fall-Experimente	303
Parallelogramm der Kräfte	305
Statischer und dynamischer Kraftbegriff	307
Das Trägheitsgesetz	309
Die Wurfparabel	311
Pendelgesetze	313
Vorahnungen zum Arbeitsbegriff	315
Festigkeitslehre	317
Erkenntnistheoretische Meinungen	319
Hervortreten des Funktionsbegriffes	323
Subjektivität der Sinnesqualitäten	325
Singularität und Gesetzmäßigkeit	327
Mathematikhaltige Induktion	329
Neuere Auslegungen der Methode	331
Ablehnung der Teleologie	333
Literarischer Charakter Galileis	334

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VI. DIE ERNEUERUNG DER ATOMISTIK	336—373
Aristotelisch-scholastische Ansichten	337
Realität mathematischer Punkte	339
Das Kontinuum des Raumes	341
Brunos Minimumlehre	343
Problem des leeren Raumes	347
David Sennerts Atome	349
Die Aggregatzustände nach Galilei	351
Dehnbare, liquide Materie	353
Atome Descartes'	355
Descartes' Verhältnis zu Galilei	357
Descartes' Wirbelhypothese	359
Gassendis vorsichtiges Auftreten	361
Sturz der Horror-vacui-Lehre	363
Gassendis Mechanik	365
Gassendis Gravitationstheorie	367
Diskontinuität aller Bewegung	369
Kritik Gassendis und Descartes'	371
VII. HUYGHENS UND NEWTON	374—447
Zurücklenken in die Wege Galileis	375
Wirbeltheorie des Huyghens	377
Lichttheorie des Huyghens	379
Theorie des Stoßes	381
Erhaltung des Bewegungsmaßes	383
Elastische und unelastische Atome	385
Das physikalische Pendel	387
Zentrifugalkraft	389
Newtons Lichttheorie	391
Newtons Himmelsmechanik	393
Weltzusammenhangs-Konsequenzen	395
Deduktion der Keplerschen Gesetze	397
Vorläufer Newtons	399
Anfängliches Fehlschlagen des Entwurfs	401
Fallparabel und Planetenellipse	403
Allgemeinheit der Gravitation	405
Infinitesimalrechnung	409
Problem der Fernkraft	413
Ablehnung von Hypothesen	419
Kontroversen über den Kausaltrieb	423
Befestigung des Kraftbegriffes	425
Unausgeglichenes bei Newton	427
Synthesen disparater Systeme	429
Raum und Zeit	431
Newtons Methodenlehre	437
Axiomatische Grundlagen der Dynamik	441
Die Natur als System	447
BIBLIOGRAPHISCHER WEGWEISER	448
ANMERKUNGEN	451

I. TEIL. FRANCIS BACON

I. UMRISSE DES LEBENS BACONS UND SEINER POLITISCHEN SCHICKSALE

Francis Bacon von Verulam wurde 1561 geboren. Er war der Sohn eines der höchsten Beamten des englischen Staats. Sein Vater, der den Titel eines Großsiegelbewahrers führte, war in seinem Leben zweimal verheiratet gewesen, und unser Philosoph ist ein zweiter Sohn aus der zweiten Ehe.

Der Mönch Roger Baco, der etwa 300 Jahre früher gelebt hat und der ebenfalls ein berühmter Gelehrter war, scheint mit dem Philosophen Francis Bacon nicht nachweislich verwandt zu sein.

Die Mutter unseres Philosophen war eine Frau, die in die alten Sprachen eingeführt war und von theologischer Gelehrsamkeit etwas wußte. Auch sie war eine Dame aus Kreisen der großen Welt; denn ihr Vater war der Lehrer des Königs Eduard VI. von England gewesen. Somit war Lord Bacon kein Sohn des Volkes (im engeren Sinne), sondern schon von Kindheit an von der Sonne des Königshofes beschieden. Die Königin soll den kleinen Knaben gelegentlich als „ihren kleinen Lord-Siegelbewahrer“ angeredet haben. Wenn ein solcher Knabe und Jüngling sich nun noch obendrein eines besonders aufgeweckten Geistes erfreute, so wird er sich von Anfang an sein Leben nicht anders als in ehrgeizigen Formen vorgestellt haben. Und dieser Ehrgeiz, wenn er auch auf Geistiges und auf tiefere edlere Werte gerichtet sein mochte, wird sich seine Lebenspläne schwerlich nach der Art eines harten, stillen Ringens in der Einsamkeit der Studierstube geträumt haben; er wird sich das Leben nicht entsagungsvoll und bescheiden vorgestellt haben, wie es doch in Wirklichkeit so manchem großen Führer der Menschheit beschieden gewesen ist, sondern er wird es sich glanzvoll und sonnig gewünscht haben. Wir wollen

aber hiermit nicht sagen, daß die äußeren Umstände der Herkunft allein fähig gewesen wären, die Art des Bacon'schen Auftretens auf der Weltbühne zu determinieren. Eine angeborene Gemütsart wird ihr Teil dazu beigetragen haben. Das Bild aber, das uns nun das Leben und Wirken dieses Mannes gibt, ist ein äußerst merkwürdiges. Von der einen Seite her erscheint er als ein Prahler, vielleicht sogar als ein eitler und in seiner eitlen Ruhmsucht rücksichtsloser Mensch, dem man es sogar bestreiten kann, daß er in den Wissenschaften etwas Gediegenes, Eigenes geleistet habe. Auf der anderen Seite aber wird er zu den Begründern des philosophischen Geistes der Neuzeit gerechnet, und zweifellos haben seine Schriften eine weitgreifende Wirkung geübt. Zweimal im Leben ist er ins Gefängnis gewandert, und beidemal nicht ohne eigene wirkliche Schuld. Diese Kontraste sind es, welche die Persönlichkeit des Mannes zu einem so fesselnden Problem machen. Man weiß auch sonst, daß der Ruhm nicht immer auf wirklichem Verdienst beruht. Es gibt Schaumschläger und Kinder des Glücks, manchmal sogar mehr oder weniger niedrige Intriganten, welche fähig sind, sich Ruhm zu stehlen. Im allgemeinen wird man in solchen Zweifelsfragen mit Recht zu der Ansicht neigen, daß die Zeit, d. h. die Reihe der Jahrhunderte, hierin zu sichten vermöge, und daß der zu Unrecht erworbene Ruhm mit dem Geschlecht der Zeitgenossen, das ihn spendet, wieder zu verschwinden pflege. Daß sich der Bacon'sche Ruhm über Jahrhunderte hinaus gehalten hat, macht es also wahrscheinlich, daß etwas Berechtigtes an ihm ist. Und es wird nun unsere Aufgabe sein, den wesentlichen Inhalt der Lehren und Leistungen dieses Philosophen heutigen Lesern von neuem summarisch vor Augen zu stellen, diese Lehren vom Standpunkte unseres heutigen Wissens, so gut es geht, zu durchleuchten und ein Urteil über den Wert des Mannes und über die philosophisch-geschichtliche Bedeutung seines Auftretens von neuem zu begründen. Was wir aus der Lebensgeschichte Bacons anführen werden, soll sich um dieses Hauptproblem gruppieren. Das Verständnis des Menschen hilft mitunter zum Verständnis seines Werkes, und das Verständnis des Werkes hilft mitunter zum Verständnis des Menschen.

Bacon ist eine Übergangsgestalt in der Wende der Zeiten. Manche lassen die Geschichte der neueren Philosophie mit

ihm beginnen. Jedenfalls teilt er diesen Ruf, der Anfänger des neuen Zeitalters zu sein, mit Descartes, dem der besonders ehrende Beiname eines „Vaters der neueren Philosophie“ allerdings allein vorbehalten zu werden pflegt. Wie mit Descartes die kontinentale Reihe der großen Philosophen der Neuzeit beginnt, so beginnt mit Bacon die Reihe der englischen neuzeitlichen Philosophen. Die erstere Reihe, sagt man, sei rationalistisch, die letztere empiristisch.

Man wird in der Gestalt Bacons viel von dem Charakter eines Renaissancemenschen finden. Heußler sagt, Bacon stehe am Ende, d. h. in der Spätzeit der spezifisch-englischen Renaissance. Da man nun in den meisten Lehrbüchern ein besonderes Kapitel über den Titel „Die Philosophie der Renaissance“ hat, so kann man, wenn man will, Bacon bereits dort behandeln. Aber zweckmäßiger ist es doch, die alten Einteilungen beizubehalten und Bacon, wie bisher, so auch weiterhin, als ersten Philosophen der Neuzeit in der Reihe der Engländer aufzuführen. Die innerlichen Beziehungen mag dann ein jeder herstellen, wie er will. Es überflutet ja die meisten solcher großen Gestalten, namentlich diejenigen, die an einer Wende der Zeiten stehen, ein so mannigfaltiges und flackerndes Licht, daß es fast unmöglich ist, für sie eine ganz einfache Formel zu finden.

Bacon wollte ein Neuerer sein und trat mit Pathos gegen die frühere Wissenschaft auf. Diese vorangegangene Wissenschaft reichte bis an die Schwelle seiner Tage, stammte aber aus dem Altertum. Bekanntlich betrachtet man die Scholastik als ein Kind des Aristotelischen Geistes, soweit Philosophisches in ihr in Betracht kommt. Bacon, dem dieser Zusammenhang der Zeiten, ebenso wie anderen, durchsichtig war, liebt es daher nicht, den Geist der Scholastik zu zitieren und gegen ihn anzugehen, wenn er kämpft, sondern er spricht gern gegen Aristoteles als gegen den ältesten Initiator des scholastischen Geistes. Der Name des Aristoteles dient also Bacon zum Symbol seiner Angriffe. Es fehlte Bacon nicht an Kenntnis und Einsicht in den Wert und in die Leistungen der antiken Philosophie. Platon und Aristoteles hatte er in seinen Studienjahren fleißig gelesen, und mit ganz eigner Sorgfalt und Liebe hatte er sich den Vorsokratikern zugewandt. Er schätzt die voraristotelische griechische Naturphilosophie sogar höher als den Aristo-

teles. Auch scheint er, wie viele andere tiefere Geister es auch tun, Platon höher gestellt zu haben als Aristoteles. Mitunter kann man bei einer solchen Wiedergabe der Meinungen Bacons nur davon sprechen, wie er gedacht zu haben scheint; man kann hierüber nicht immer ganz bestimmte Angaben machen. Denn die rhetorische Manier, in der Bacon seine Behauptungen aufstellt, je nach Gelegenheit und Stimmung, verleitet ihn zu Übertreibungen und Widersprüchen mit sich selbst.

Einer seiner schönsten Aussprüche in dieser Frage der Würdigung der Alten ist der folgende: „Ein Ruhm wird den Alten immer ausschließlich bleiben, der des Genies; aber Glauben verdient nur das Wort Gottes und die Erfahrung.“ In diesem merkwürdigen Satze scheint die Ansicht zu liegen, daß es in der Neuzeit und bei den Erfahrungswissenschaften nicht auf Genie ankomme; daß aber, um den Weg zur Wissenschaft überhaupt zu bahnen, das Genie der Alten nötig gewesen sei. Ihr Genie hat sie zu kühnen Einfällen befähigt und zu großen, fast dämonischen oder göttlichen Plänen im Reiche des Menschengenies ermutigt. Heute aber komme es nur noch auf den strengen Geist der methodischen Erfahrungsuntersuchung an; keine andere Wissenschaft verdiene heute sonst noch Glauben. Da nun aber mit dieser (vielleicht genialosen?) Erfahrungswissenschaft nicht aller Inhalt des Menschengenies erschöpft sein kann, legt Bacon seinen Anhängern den Glauben an die Offenbarungen der Religion ans Herz. Dies ist ein konsequent bei ihm festgehaltener Standpunkt; es ist dies sozusagen seine Weltanschauung, fast könnte man sagen: sein System. Auf Grenzstreitigkeiten und Vermittelungsversuche zwischen Religion und Philosophie läßt er sich wenig ein. Es rührt der vielzitierte Satz von ihm her: „daß ein wenig Naturphilosophie zum Atheismus hin, daß aber ihre tiefere Kenntnis zur Religion zurück führe“. Doch kann Naturphilosophie allein wiederum nicht zur wahren Religion hinreichen, auch die tiefere Naturphilosophie nicht. Sondern auf Offenbarung kommt es zuletzt entscheidend an. Die Offenbarung gilt also Bacon als eine Quelle der Erkenntnis und wird in diesem Sinne neben der Erfahrung genannt. Man darf wohl annehmen, daß Bacon diese Ansichten nicht nur als hoher Staatsbeamter aus politischen Gründen für das Volk bereit gehalten, sondern daß er sie selbst mit Ernst

und Treue gehegt hat. Vielleicht ist dieser entschiedene Dualismus der Einstellungen ein Zeichen einer spezifisch-englischen Charakteranlage. Streng religiös, manchmal starr religiös sind die Engländer zum guten Teil noch heute, ebenso wie es Bacon war. Dabei aber haben sie auch die ebenso strenge und starre Lehre von der Erfahrungsbefragung sich zu Herzen genommen. Die heutigen Engländer sind ihrem einstigen alten Lehrer in beiden Hinsichten kongenial. Wir wollen nicht sagen, daß diese Denkungsart nicht auch in anderen Ländern ihre Stätte habe; aber vielleicht liegt die eigentümlich energische Zuspitzung derselben, wie wir sie bei Bacon finden, dem englischen Charakter näher als den Charakteren anderer Völker. Ob nun ihr klassischer Ausdruck mehr Bacon zugefallen ist, weil er Engländer war, oder ob die späteren Engländer dies von ihm gelernt haben, wird sich kaum entscheiden lassen. Wie gesagt, handelt es sich hierbei auch nur um eine Frage der Nuance, wofern man den gesamten christlich-europäischen Geist ins Auge faßt. Denn wenn man alles auf die Hauptlinien und letzten Konsequenzen menschlicher Weisheit zurückführt, so wird man seit den Anfängen des Christentums bis heute überall ähnliche Ansichten finden können.

Wir kehren nun nach diesen allgemeinen Charakteristiken zu den Einzelheiten des Baconschen Lebenslaufs zurück.

Aus den überlieferten Nachrichten geht nicht hervor, daß Bacon ein ganz außergewöhnliches Kind gewesen sei; denn die kleine Anekdote, daß die Königin bei Gesprächen mit dem Kinde ihn ihren kleinen Siegelbewahrer genannt habe, kann man nicht als Beweis dafür ansehen¹.

Er scheint ein schwächlicher Knabe gewesen zu sein, was sich aus den häufigen Apothekerrechnungen schließen läßt, die aus seiner Studienzeit in Cambridge vorliegen. Diese sogenannte Studienzeit begann in seinem dreizehnten Lebensjahre.

Als er diese Studien beendet hatte, wurde er von seinem Vater in Begleitung des englischen Gesandten an den französischen Königshof geschickt. Kurze Zeit darauf starb der Vater, und der Sohn mußte nach England zurückkehren. Er war damals neunzehn Jahre alt. Es fiel ihm nur ein kleines Erbteil zu, da er noch sieben Geschwister hatte, mit denen er das väterliche Vermögen teilen mußte. Ein sehr bescheidener Gelehrter hätte vielleicht daran denken können,

von diesem Erbeil und seinen Zinsen allein zu leben. Bacon genügte dies nicht, und er sah sich danach um, sich die breiteren Mittel seiner Existenz durch eigne Arbeit zu verdienen. Er wurde Advokat. Dieser zunächst ganz äußerliche Umstand fällt ein wenig ins Gewicht, wenn man dabei auf die Entwicklung seiner Anlagen blickt. Denn die Beredsamkeit, bisweilen bis zur parteiischen Extravaganz getrieben, je nach Lage des Problems, erweist sich bei ihm später oft als ein Grundzug seiner Art und Leistung. Bisweilen aber tritt auch ein besonnener Gerechtigkeitssinn hervor, der Für und Wider bei den Dingen gleichmäßig bedenkt, und auch dieser Zug kann aus der juristischen Übung abgeleitet werden.

Neben seinen juristischen Studien beschäftigten den vielseitigen Geist von Anfang an auch philosophische. Im Alter von etwa fünfundzwanzig Jahren beendete er seine erste selbständige Schrift auf diesem Gebiet, der er einen sehr hochtönenden Namen gab: „Die größte Geburt der Zeit“. Die Schrift ist verloren gegangen. Wahrscheinlich hat dieser Titel nicht sagen sollen, daß Bacons Buch die größte Geburt der Zeit, sondern daß das, was er darin verherrlichte, die größte Geburt der Zeit sei². Der Inhalt dieser Schrift ist größtenteils in die spätere Schrift „Valerius Terminus“ übergegangen. Der Valerius Terminus gilt nun bei vielen als das philosophische Erstlingswerk. Er muß wohl schon einigen Zeitgenossen etwas extravagant vorgekommen sein³.

Bacon begann, aus der Laufbahn des Advokaten sich wieder hinauszusehen und eine Staatsanstellung zu suchen. Kirchmann behauptet in seiner kurzen biographischen Darstellung⁴, daß es politischer Ehrgeiz gewesen sei, was hierbei Bacon getrieben habe. Bacon selbst behauptet etwas anderes. Er schreibt an seinen Oheim, den damaligen Schatzkanzler Lord Burleigh: „Mein Ehrgeiz ist so schrankenlos im Gebiete der Wissenschaft, wie bescheiden in dem Gebiet der Politik. Denn ich zähle alle Wissenschaften zu meiner Aufgabe. Gelingt es mir, sie von zwei Klassen von Räubern zu befreien, von denen die eine durch leichtsinniges Disputieren und törichtes Geschwätz, die andere durch lügnerische Berichte und groben Betrug der Wissenschaft Schaden bringen, so hoffe ich an deren Stelle sorgfältige Beobachtungen, begründete Wahrheiten, nützliche Erfindungen und Entdeckungen zu setzen. Diese Hoffnung, mag man sie

Menschenliebe oder kindische Neugierde oder eitle Ruhmsucht nennen, hat in meinem Geiste so tiefe Wurzeln geschlagen, daß sie nicht mehr herausgerissen werden kann. Ich bitte deshalb nicht um eine Stelle, die mehr von mir verlangt, als ich leisten kann.“ Man darf ihm, meine ich, in dieser Angabe seiner Motive Glauben schenken. Daß Bacon zugleich einen politischen Ehrgeiz in sich barg, braucht man darum nicht in Abrede zu stellen.

Schon daß er hier, in dem zitierten Schreiben, den Kampf gegen andere voranstellt, nämlich den Kampf gegen die Räuber in den Wissenschaften, kennzeichnet die Seite seines Charakters, die mehr dem Äußeren zugewandt war, selbst wo es sich um innere geistige Dinge und Ideale handelte. Damals befand er sich im Alter von einunddreißig Jahren. Er beherrschte die Wissenschaften nicht, in denen er eine Kämpfer- und Führerrolle spielen wollte. Was ist es, wogegen er ankämpfen will? Es sind das die Wortstreitigkeiten überlebter Philosophenschulen. Hiergegen anzugehen, war aber kein besonders originelles Verdienst. Denn seit mehr als einem Jahrhundert war die Welt voll von jenem Feldgeschrei der Renaissance und der entstehenden Naturwissenschaft: Zurück zur Natur! Fort von den Spitzfindigkeiten der mittelalterlichen Philosophie! Diese Forderungen waren berechtigt, aber sie waren doch keineswegs neu, sondern es waren schon viele gründliche und tatkräftige Männer darangegangen, die neuere und freiere Wissenschaft ins Werk zu setzen. Aber diese sah Bacon nicht, oder vielmehr, was noch schlimmer ist: er erkannte ihre Verdienste nicht an! Vielleicht meint er sogar gewisse gediegene experimentelle Naturforscher mit jener zweiten Klasse von Räubern, von denen er die Wissenschaft befreien will, die „durch lügnerische Berichte und groben Betrug der Wissenschaft Schaden bringen“.

Doch was er auch mit jenem Briefausdruck gemeint haben mag, jedenfalls ist das Mißverstehen jener echten Naturwissenschaft, die gerade damals die bedeutendsten Fortschritte machte, ein auffallender Zug in der Erscheinung Bacons. Man kann dies Mißverstehen nicht als eine wirkliche echte Tragik betrachten, wie wenn Goethe einen Kleist oder Friedrich der Große einen Lessing nicht gelten ließ, sondern man muß Bacon wohl den Vorwurf flagranter, aus Selbstüberhebung stammender Unkenntnis machen. Wir

werden dies sogleich noch deutlicher sehen. Man könnte sich den jungen Bacon als einen verwöhnten und anspruchsvollen Menschen vorstellen, der überall glaubt, ein volles Urteil zu besitzen, ohne überhaupt in die Tiefen und Schwierigkeiten eingedrungen zu sein, mit denen sich andere gründlichere Arbeiter abmühen. Die in den Jugendjahren gefaßten Grundüberzeugungen hat er dann auch später nicht wesentlich weiterentwickelt. Aber daß er umfassend sich über alle Zweige vorhandenen und möglichen Wissens zu orientieren versucht und überall umfassende große Pläne geschmiedet hat, dieses muß man seinem Ernst und Eifer zugestehen.

Würde man Bacon nicht als einen echten Forscher und Vermehrer der Wissenschaften, nicht als einen selbständig schöpferischen Geist gelten lassen, so würde er jedenfalls doch als ein hochbedeutender, wenn auch einseitiger Propagandist anzusehen sein. Viele, wie z. B. Kuno Fischer, der ihn sehr hochschätzt, und wie Christian Sigwart, der eine Mittelstellung in dieser Frage einnimmt, betrachten ihn als das Sprachrohr des Geistes seiner Zeit und insofern als eine dokumentarisch unvergeßliche Erscheinung. Die beredete Kraft, mit der jemand Ideen auszudrücken und hinreißend mitzuteilen versteht, ist schließlich auch ein Wert, der nicht jedermann zu Gebote steht. Aber dies ist in Wahrheit nicht das einzige, was man Gutes von ihm sagen kann; erst später werden wir die positiven Seiten des Bacon-Problems tiefer erhellen können.

Bacon suchte also nach einer Stellung, die ihm zu wissenschaftlichen und literarischen freien Arbeiten Zeit ließ. Dies war ein sicherlich sehr berechtigtes Streben bei einem zweifellos hochbegabten und im tiefsten Sinne fleißigen, aktiven Menschen. Nur war er in der Wahl der Mittel zu seinem Ziele nicht gerade schüchtern. Er scheute sich nicht, deutliche Schmeicheleien gegen die Königin Elisabeth anzuwenden, um sie sich geneigt zu machen.

Hätte sein Vater noch gelebt, so hätte derselbe wohl für sein Fortkommen und auch für die Erfüllung seiner besonderen Wünsche gesorgt. Wer aber noch nicht selber eine Macht vorstellt und keinen Mächtigen hinter sich hat, der hat es mit solchen Wünschen schwer. Bacon sah sich also nach Stützung und Hilfe in seiner weiteren Verwandtschaft und unter seinen Freunden vom Hofe um.



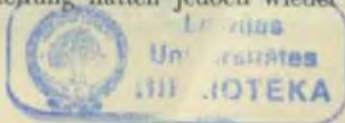
FRANCIS BACON

Stahlstich von Fr. Holl nach einem alten Stich von S. Pass
(vermutlich aus dem Jahre 1618)

Der Staatsminister Lord Burleigh war der Schwager von Bacons Mutter, also, wie man es in freier Weise auszudrücken pflegt, ein Oheim des jungen Bacon. Aber die Unterstützung bei den Stellungsbewerbungen, die Bacon von ihm erhofft hatte, fand er nicht. Burleigh schilderte ihn der Königin als einen Träumer und unpraktischen Menschen, der die Staatsgeschäfte eher verwirren als fördern würde⁵. Dabei hatte Burleigh wohl den Hintergedanken, die Bahn seinem eigenen Sohne, Sir Robert Cecil, zu ebnen. Um aber den guten Schein zu wahren, verschaffte Burleigh dem Bacon die Anwartschaft auf die Registratur der Sternkammer, für den Fall, daß dieser Posten frei würde. Die Sternkammer war ein Gerichtshof zur Aburteilung von Staatsverbrechen angesehenen Männer. Dieser Posten ist wirklich später frei geworden und dann auch Bacon eingeräumt worden; aber es waren zwanzig Jahre vergangen, bis dies geschah!

Im Jahre 1593 trat Bacon als Abgeordneter für die Grafschaft Middlesex ins Parlament ein. Er hatte damals den Mut, gegen die Bewilligung von Subsidiengeldern zu sprechen, die die Königin verlangt hatte. Er zog sich dadurch deren Ungnade zu, so daß sie ihm sogar den Zutritt zu ihr untersagte. Nach dieser Erfahrung änderte Bacon seine persönliche Politik, er tat Abbitte, verließ die Seite der Opposition im Parlament und schmeichelte der Königin, sooft und soviel als es ihm möglich schien. Aber ihre volle Gunst hat er niemals wiedererlangt.

Als die Bittgesuche an Lord Burleigh nichts gefruchtet hatten, bemühte sich Bacon um die Gunst des Lord Essex, der damals ein Liebling der Königin war, derselben aber politisch nicht die Treue hielt und schließlich deshalb hingerichtet wurde. Dies wurde ein Anlaß für gewisse Verwickelungen Bacons, aus denen Beschuldigungen gegen seinen Charakter erwachsen sind. Er schrieb damals an Lord Essex: „Mein Vermögen ist gering, und ich bin mit Schulden belastet und brauche Hilfe ... Mir liegt an der Beschäftigung als Advokat nichts ... Die Jurisprudenz kostet mich zu viel Zeit, und meine Zeit habe ich für ein höheres Ziel bestimmt. Für einen Philosophen gibt es noch eine bessere Beschäftigung, als die Pandekten zu studieren.“ Die Bewerbungen um eine Stellung hatten jedoch wieder keinen entscheidenden Erfolg.



Graf Essex suchte zwar durch ungestüm drängende Vorstellungen die Königin zu bewegen, den jungen Bacon zum Staatsanwalt (Solicitor General) zu ernennen. Aber dies mißlang ihm bei den vorliegenden Verstimmungen, und diese Bemühungen wurden durch die Gegenpartei sowohl dem Grafen selbst als dem jungen Bacon zum Nachteil gewendet. Beide wurden noch weiter aus der Gunst der Königin herausgedrängt. Graf Essex hat damals in seiner empörten und zerrissenen Stimmung wenigstens seinen jungen Günstling Bacon entschädigen wollen; er machte ihm eins seiner wertvollen Landgüter zum Geschenk.

Inzwischen nahm aber Bacons Ansehen als Advokat und Schriftsteller zu. Er schrieb ein Werk aus dem Gebiete der Rechtswissenschaft unter dem Titel: „Die Anfangsgründe des englischen gemeinen Rechts“. Und dann veröffentlichte er (1597) seine englisch geschriebenen „Essays über Moral und Politik“, die später ins Lateinische übersetzt wurden und dort den Titel „Sermones fideles“ erhielten. Bald darauf folgten seine „Religiösen Untersuchungen“.

Damals bewarb sich Bacon um die Hand einer Lady Hatton, einer Enkelin Burleighs. Diese wies aber seine Werbung zurück. Man erzählte, sie habe sich durch Bacons wegwerfende Urtheile über die Geschlechtsliebe, die Bacon kurz zuvor in seinen Essays veröffentlicht hatte, beleidigt gefühlt.

Sein Ansehen als Schriftsteller drang bereits über die Landesgrenzen hinaus, als er auf einige Zeit ins Schuldgefängnis wandern mußte. Man darf nicht glauben, daß wirkliche Armut und Not ihn dorthin gebracht haben. Er brauchte viel zum Leben. Er war gastfreundlich; wie er in einem Brief angibt, machte ihm auch die Pflege seiner Gesundheit manche Ausgaben. Wenn ihm auch nichts Ernstliches gefehlt zu haben scheint und er ein gutes Alter von fünfundsechzig Jahren erreicht hat, so ist er doch als Kind schon zart und auch später von etwas empfindlicher Konstitution gewesen.

Die Angelegenheit und Katastrophe des Grafen Essex nahm folgenden Lauf: Essex fiel in Ungnade, und Bacon ward als Kronanwalt verpflichtet, im Auftrage der Königin eine Anklageschrift gegen Essex aufzusetzen. Er tat es in einer solchen Weise, daß Elisabeth sich besänftigen ließ. Er hob die Ehrfurcht hervor, mit der sich Essex stets über die Königin geäußert habe. Die Königin sagte, als Bacon ihr

diese Stelle vorlas: „An dieser Weise, den Grafen zu entschuldigen, sehe ich, daß alte Anhänglichkeit nicht leicht erlischt.“ Essex erlangte einen Teil der königlichen Gunst wieder, und Bacon tat, was er konnte, um dieses gebesserte Verhältnis zu stützen. Bald darauf aber ließ sich Essex auf verräterische Umtriebe mit König Jacob von Schottland ein. Jetzt überließ Bacon ihn seinem Schicksal. Die Ansichten darüber, ob dies Verhalten Bacons als eine besondere Treulosigkeit zu betrachten sei, sind geteilt. Bacon schrieb jetzt eine ernste und schwerwiegende Anklagerede gegen Essex. Einige halten dies bei einem guten Staatsbürger, und zugleich Parlamentarier und Advokaten, der in Rechtshändeln die Feder der Krone zu führen hatte, für einwandfrei. Fürstenhagen⁶, der sonst mit Sympathie und Achtung über Bacon spricht, entschuldigt ihn nicht. Bacon hätte sich, meint er, nicht in dieser Weise gegen seinen einstigen Freund gebrauchen lassen sollen. Bacon hätte ganz wohl in dieser Sache seine Mitwirkung versagen können. Er hätte sich sagen sollen, daß gerade sein Auftreten gegen den Grafen, da er dessen früherer Anhänger war, am meisten verschärfend für die Beurteilung des Grafen wirken würde, so daß dieser dadurch härter beurteilt werden würde, als wenn irgendein anderer die Führung der Anklage übernommen hätte. Auch will Fürstenhagen den Verdacht nicht ausschließen, daß es in diesem Augenblick dem Bacon am meisten um die Wiedererlangung der Gunst der Königin für sich selber zu tun gewesen sein könnte. Weite Kreise der englischen Öffentlichkeit betrachteten damals ebenfalls das Verhalten Bacons mit Unwillen. Die Königin selbst hat bald darauf bei einer zufälligen Gelegenheit geäußert: „Welches Ansehen kann ein Mann als Beamter haben, den man als Mensch verachten muß?“

Graf Essex wurde im Jahre 1601 hingerichtet.

Bacon selbst sah sich veranlaßt, im Jahre 1603 eine Rechtfertigungsschrift zu schreiben, um sein Benehmen in dem Prozeß des Grafen Essex in ein besseres Licht zu setzen. Diese Rechtfertigungsschrift hatte er damals besonders nötig, denn das Spiel der Geschichte brachte die seltsame Konstellation hervor, daß Elisabeth starb und eben jener Jacob von Schottland, mit dem Essex konspiriert hatte, ihr auf dem Throne Englands folgte. Jetzt suchte Bacon die Gunst des neuen Herrschers zu gewinnen, was ihm auch bald ge-

lang. Er erhielt eine bescheidene besoldete Staatsanstellung seit 1604. Sein glänzender Aufstieg zu den höchsten Stellen aber trat erst 1616 ein und fand 1621 ein jähes Ende.

Inzwischen heiratete Bacon im Jahre 1605, also im Alter von vierundvierzig Jahren, eine hübsche Kaufmannstochter, die ihm ein Einkommen von 4500 Goldmark jährlich (in heutiges Geld umgerechnet) in die Ehe mitbrachte. Bei der Betrachtung dieser Zahl muß man bedenken, daß das Geld damals etwa die zwanzigfache Kaufkraft von heute gehabt haben mag. Die Ehe blieb kinderlos. Wie weit sie glücklich gewesen ist, ist schwer zu entscheiden. In einem Kodizill hob Bacon alle pekuniären Vorteile auf, die er seiner Frau im Testamente zugesagt hatte, „*for just and great cause*“, wie er sich dabei ausdrückte. Da die Frau einige Monate nach dem Tode Bacons einen ihrer Diener heiratete, so ist hier Raum für Vermutungen gegeben. Sie überlebte ihren ersten Mann um vierundzwanzig Jahre.

In den Jahren nach seiner Heirat und besoldeten Staatsanstellung veröffentlichte Bacon einige weitere Schriften, und sein Ruhm stieg. Die englische Nation begann, ihn mit Stolz als den Ihrigen zu betrachten. Er beklagt sich noch immer über die Zwitterstellung als Beamter und Gelehrter und schreibt in einem Briefe im Jahre 1605: „Meine Seele ist mir fremd geworden. Denn ich gestehe es, solange ich mich kenne, ist meine Seele niemals auf ihrem wahren Platze für ihre Tätigkeit gewesen. Daher die mancherlei Irrtümer, die ich begangen habe und gern eingestehen will. Aber mein größter Fehler ist der, daß ich zwar weiß, ich passe mehr zum Schreiben als zum Handeln, und mich doch fortwährend den Staatsgeschäften zuwende, für die mich die Natur nicht gemacht hat.“

1617 wurde Bacon zum Mitglied des Geheimen Rats ernannt. Die Universität Cambridge gratulierte ihm dazu. Bald darauf, im gleichen Jahre, wurde er Großsiegelbewahrer und im Jahre darauf (1618) wurde er zum Großkanzler ernannt. Es war damit ein Einkommen von 78000 M. jährlich verbunden. Bacon wurde zum Baron von Verulam erhoben. In diesen Jahren seines höchsten Anstiegs veröffentlichte er sein Hauptwerk, das „*Neue Organon*“ (1620). Seine Schriften wurden in England und in Frankreich gelesen und übersetzt. Es gab auch innerhalb der Wissenschaft Stimmen gegen ihn, was erklärlich genug ist; denn seine

Mängel und Einseitigkeiten und besonders sein hartes, ungerechtes und schiefes Urteil gegen andere haben wir bereits erwähnt. Galilei veröffentlichte eine Schrift gegen Bacon, und der berühmte Arzt Harvey sprach über Bacon die vorsichtigen Worte, die man auf verschiedene Weise deuten kann: Bacon spreche von der Philosophie „wie ein Lord-Kanzler“. Im Jahre 1621 wurde Bacon noch zum Vizegrafen von St. Albans ernannt.

Die höheren Beamtenstellungen, in die Bacon seit 1613 aufstieg, verdankte er im wesentlichen der Fürsprache Buckingham's, eines Günstlings des Königs. Der Herzog von Buckingham war ursprünglich ein bürgerlicher Mann gewesen, der seit 1614 als solcher in den Dienst des Königs getreten war. Er wurde dessen Favorit und ließ sich von Bacon in einem persönlichen Schriftstück auseinandersetzen, welches die Bedeutung und die Pflichten einer Stellung als Favorit seien. Dieses Schriftstück aus dem Jahre 1616 befindet sich in den Werken Bacons. Kuno Fischer und viele andere urteilen, daß Buckingham eine sehr verhängnisvolle und verderbliche Rolle in dem Leben des Philosophen gespielt habe. Dahlmann hat sich geäußert: „Bacons europäischer Ruhm ohnegleichen scheiterte in den schmutzigen Gewässern Buckingham's“.

Der Sturz Bacons erfolgte im Jahre 1621 auf Grund einer Parlamentsanklage, daß er in seiner Funktion als Richter in gewissen Angelegenheiten Geschenke angenommen habe. Dies ist der Hauptpunkt, aus dem die Mitwelt und noch mehr die Nachwelt sich das Problem des Baconschen Charakters gestellt hat. Vielleicht sind dabei einige Schriftsteller, welche sonst Bacon entschuldigen möchten, allzu ängstlich gewesen, daß sie selber als solche erscheinen könnten, welche einer Verschlechterung der sittlichen Ideen im öffentlichen Denken Vorschub leisteten. Bacon selbst hat seine Schuld zugegeben. Das erleichtert die Schematik der allzuharten Urteile.

Es gibt genug Seiten des Baconschen Charakters, von denen aus er wenig sympathisch erscheinen kann⁵. Aber gerade diese große Katastrophe seines Lebens sollte nicht allzusehr zum Kernpunkt einer ungünstigen Beurteilung gemacht werden.

Zunächst ist es klar, daß, wenn einem Politiker, im höchsten Glanz der Stellung, des Ruhmes und des Glücks, eine

solche Katastrophe bereitet wird, wie sie Bacon bereitet worden ist, dann verborgener Wille anderer böser Menschen im Spiele gewesen ist, die den Vorwand gesucht und gefunden haben, um ihn zu verderben. Lesen wir bei Bacon selber nach, wie er von der Welt der Politiker dachte, so finden wir in seinen Essais den merkwürdigen Satz: Gesinnungen der Bosheit, Hang zu einer tieferen Art von Mißgunst und zur Zufügung von Unheil seien zwar die schlimmsten Verirrungen des menschlichen Wesens, und doch seien sie „der geeignetste Stamm, um Politiker daraus zu machen: sie gleichen dem Knieholz, das gut zu Schiffen taugt, welche umhergeworfen zu werden bestimmt sind“. Bacon widmet einen erstaunlichen Raum in seinen Essais dem Studium der politischen Ränke. Er hält zwar denjenigen für weiser und größer, der sie verschmäht, aber sie scheinen ihm beinahe das Innere und das wahre Geheimnis der wirklichen Welt auszumachen. Ohne uns nun in diesen Fragen auf allgemeine Urteile einzulassen, dürfen wir immerhin mit Kuno Fischer annehmen, daß die politische Situation und die in ihr treibenden Kräfte im Falle Bacons mitverantwortlich für das Drama waren, das sich jetzt abspielte.

Vielleicht gab es Personen in jenen Kreisen, die einen Platz freibekommen wollten, um sich selbst darauf zu setzen. Buckingham's Mutter suchte Ämter und Reichtümer für ihre Freunde, einer derselben wollte Kanzler werden. Dieser Wunsch allein hätte natürlich nicht genügt, um ein erfolgreiches Spiel in Bewegung zu setzen; es bedurfte dazu noch verbreiteter Stimmungen und der Wünsche von seiten anderer, die selbst ebenfalls mehr oder weniger egoistische Gründe und intrigante Motivierungen haben konnten. Solche Stimmungen fanden die damaligen Drahtzieher des Sturzes in den bestehenden Parlamentskonflikten vor. Die Mehrheit des Parlaments stand im Gegensatz zur Krone. Jacob I. war ein politisch schlechter Herrscher, und überdies hatte er private Geschäftskämpfe mit dem Parlament auszufechten. In diesen Kämpfen hatte sich Bacon in Gegensatz zum Parlament setzen müssen. Doch er hatte sich auch sonst schon persönliche Feinde gemacht. Zu diesen gehörte Eduard Coke, Bacons Nebenbuhler und Gegner, eine Zeitlang Präsident des höchsten Reichsgerichtshofes und Mitglied des Geheimen Rates. Dieser Coke verlor 1616 durch

Bacons Einfluß alle seine Ämter, und Bacon sollte, wie Kuno Fischer sich ausdrückt, bald erfahren, „daß ein gestürzter Feind gefährlicher ist als ein glücklicher Nebenbuhler“. Den feineren Zusammenhängen nachzugehen, müssen wir uns versagen.

Als Bacon die Anklageakte wegen seiner Bestechungen vom Oberhause zugestellt wurden, erklärte er sich in den zwanzig bis dreißig Fällen, die ihm vorgehalten wurden, für schuldig. Er brachte nur als Milderungsgrund vor, daß die Geldsummen im Betrage von 100 bis 1000 Pfund, die er jeweilig erhalten habe, ihm erst nach Entscheidung aller dieser Angelegenheiten als Geschenke zugegangen seien, und daß diese Geschenke ihn niemals zu einem ungerechten Urteil verleitet hätten. Fast alle ihm zur Last gelegten Fälle seien schon zwei Jahre her. Während der vierjährigen Bekleidung seines Amtes hätte er also nur in den ersten zwei Jahren sich verleiten lassen, solches Geld anzunehmen, während er dann einen gesunden Entschluß gefaßt habe, es künftig abzulehnen.

Das Oberhaus verurteilte ihn zu einer Geldstrafe von 40 000 Pfund Sterling, zur Gefangenschaft im Tower, solange es dem König beliebe, zum Verlust seiner Ämter und seines Sitzes im Parlament und zum Verlust des Rechtes, am Hofe zu erscheinen.

Die Gefangenschaft Bacons im Tower wurde vom Könige nach zwei Tagen beendet. Die Geldstrafe wurde ihm erlassen. Dann verließ Bacon London und zog sich auf die Arbeiten an seinen wissenschaftlichen Werken zurück. Er beruhigte sich aber nicht bei dieser Abgeschiedenheit vom öffentlichen Leben. Er überschüttete alle Mächtigen, das Parlament und den König mit Bittgesuchen, zurückkehren zu dürfen. Es gelang ihm mehrfach, den König wieder zu sprechen. Zuletzt, vier Jahre nach der Katastrophe, erreichte er die völlige Verzeihung und konnte sogar wieder auf Ämter hoffen. Da starb König Jacob I., und die Ausführung des Gnadenaktes wurde etwas verschleppt. Etwa ein Jahr darauf starb Bacon selbst, im Alter von fünfundsiebzig Jahren, im Frühjahr 1626.

Was Bacons Schuld anbetrifft, die den Anlaß zu seinem Sturze gab, so muß man hier die Gewohnheiten und Maßstäbe seiner Zeit in Betracht ziehen. Man kann jedoch über diese verschiedener Meinung sein. „Daß die höchsten Be-

amten in ihren Ämtern Geschenke nahmen," sagt Kuno Fischer, „war damals in England an der Tagesordnung; das tat der König selbst, der Kanzler, der Oberrichter, der Staatssekretär usw. Wer tat es nicht?“

Daß Bacon infolge der politischen Situation und persönlicher Intrigen gestürzt war, vielleicht sogar als Opfer und Sündenbock für andere, besonders für den Herzog von Buckingham, der sich eines weit empfindlicheren Mißbrauches gewisser Lizenzen schuldig gemacht hatte, das wußten die politisch kenntnisreicheren Kreise viel zu gut, als daß sie nach dem Sturze Bacons noch irgendwelche Mißachtung hätten zur Schau tragen können. Daraus erklärt es sich auch, daß der König nach der Verurteilung mit Bacon im Verkehr bleiben konnte. Auch wurde sein Ruf als großer Gelehrter so gut wie gar nicht in jener Zeit von diesen Dingen berührt. Der französische Gesandte Effiat brachte ihm ein Jahr später seine Huldigungen dar.

Man darf wohl sagen, daß die Frage dieser Geldgeschenke im Rahmen seines ganzen Lebens und seines ganzen sittlichen oder auch unsittlichen Seins nur eine relativ geringere Bedeutung haben würde, wenn man die Sache lediglich vom Standpunkte der individuellen Moral betrachten wollte, und wenn sie nicht zufällig aufsehenerregende öffentliche Wirkungen gehabt hätte. Bacon mag weit größere Sünden auf seinem Gewissen gehabt haben. Man könnte diesen öffentlich gebrandmarkten Fehler Bacons auf eine gewisse Anlage zur Leichtfertigkeit zurückführen. Vielleicht auch lag die Tendenz in ihm, sich der großen Welt mit ihren Fehlern und Lastern anzupassen, um in ihr gemäß dem Programm seiner Philosophie zu leben: Herrschaft des Menschen! Wissen ist Macht! Vielleicht auch lag es, mehr noch als in seiner Natur, in seinem festen Willen und Vorsatz, daß er sich um jeden Preis dieser rohen Welt und Wirklichkeit anpassen wollte. In Bacons Essays befindet sich auch ein Aufsatz über die Schlaueheit. Der weniger Erfahrene fühlt sich, wenn er diesen Aufsatz liest, über die Verhaltensweise und die listigen Züge betroffen, die von Bacon beobachtet und dort zusammengestellt sind. Diese kleinliche Schlaueheit der Intriganten kennt keine Noblesse. Bacon selbst stellt sich in jenem Aufsatze zwar dem Wortlaut nach über sie; er liebt und schätzt sie wohl auch in seinem Herzen wirklich nicht. Diejenigen, welche über

solche Gegenstände nachdenken und schreiben, sind meist nicht gleichzeitig diejenigen, denen solche Schlaueit im Blute liegt. Die geborenen gemeinen Praktiker des Lebens philosophieren nicht über das, was sie ausüben. Aber es könnte Philosophen geben, welche glauben, daß es zur klugen Kunst des Lebens gehöre, dergleichen zu studieren, um solchen Mitteln gewachsen zu sein, um sie vielleicht gegebenenfalls selbst nachahmen und anwenden zu können. Vielleicht war Bacon ein solcher Philosoph. Ich konstatiere die Möglichkeit dieses Typus, ohne damit etwa seine Berechtigung anzuerkennen.

Kuno Fischer sagt einmal von Bacons englischer Politik im Großkanzleramte in einer bestimmten Lage: „Er kam zu keinem reinen Resultat, . . . weil er mit zu vielen und widersprechenden Faktoren rechnete. Er erkannte sehr gut die Fehler, die gemacht waren, . . . aber er war in seiner Klugheit selbst viel zu nachgiebig, um sie (jene Fehler) loszuwerden . . . Es war sein Verhängnis, daß er zu klug oder, besser gesagt: nicht so klug war, um ganz ehrlich zu sein.“

Doch diese Konflikte, in die die Politik den Philosophen bringt, haben noch nicht gerade sehr viel mit dem Fehler der Annahme von Geldgeschenken zu thun. Sie zeigen nur, daß Bacon kein Sokrates war. Was wir in der Frage der Geldgeschenke weiterhin uns vor Augen stellen müssen, das ist wohl eine gewisse Art von Leichtlebigkeit, die ihm eigen war. Der Aufwand seines Hauswesens war groß; er übte eine große Gastfreundschaft und er war gutmütig gegen seine Dienerschaft. Vielen seiner Diener verschaffte er als Lohn für treue Dienste eine gute Stelle; deshalb befanden sich auch Leute von guter Erziehung und Familie in seiner Dienerschaft. Manche von diesen Dienern haben vielleicht seine Nachsicht mißbraucht. Der Ruin in seinen Vermögensverhältnissen könnte zum Teil wohl auch seiner Dienerschaft und nicht nur Bacon selbst zur Last fallen. Auch könnte es sein, daß die gegen Bacon erhobenen Beschuldigungen der Bestechlichkeit manchmal aus unrechnmäßigem Verhalten der Dienerschaft zu erklären wären. Als das Urteil der Lords gegen ihn gesprochen war, gerieten die Diener in große Sorge. Denn sie wußten, daß die Schwäche ihres Herrn gegen sie seinen Fall mitveranlaßt hatte. Während des Prozesses ging Bacon einmal durch das Vorzimmer, in dem seine Diener saßen. Als sie bei seinem Erscheinen aufstan-

den, sagte er: „Bleibt sitzen, meine Herren; eure Erhebung hat meinen Fall zuwege gebracht.“

Wir betrachten jetzt weiter die Frage, wie Bacon sich selbst zu diesen ihm zur Last gelegten Verfehlungen gestellt hat. Ebenso, wie sonst an Schmeicheleien, spart er jetzt nicht an den demütigsten Unterwerfungsformeln. Lag diese Wandelbarkeit, dieser Mangel an festem, innerem Stolz, diese Biagsamkeit — sei es der Empfindungen oder sei es der Worte, der Phrasen an einer schwächeren Kohärenz seiner Seelenatome? Stand er in dieser Hinsicht in der Nähe der Grenze eines gewissen Psychopathentums, das der Fachmann oder der erfahrene Beobachter des Lebens auch in der alltäglichen Erfahrung hier und da anzutreffen pflegt? Oder war seine Haltung innerste Weisheit, die in Verbindung mit christlicher Demut in ihm gewachsen war und ihn zu einer ganz ehrenhaften Passivität und Anpassungsfähigkeit erzogen hatte? Er war vielleicht fähig, Schuld vor Gott einzugestehen, und konnte sich doch im Angesicht Gottes so weit selbst trösten, daß er es nicht nötig hatte, mit dem Geschick zu hadern oder bitter in seiner Qual zu verstummen⁹. Daraus mochte dann auch zum Teil die Ablegung des eigenliebigen Stolzes vor den Mitmenschen stammen, die ihn zu einem trotzigen, feindlichen Widerstande hätte verleiten können.

Hören wir noch die Stimme eines Zeitgenossen, der ihn bewunderte, des berühmten Ben Johnson. Er hat einen wunderbar schönen Ausdruck für seine Bewunderung des Mannes gefunden. „Meine Ansicht von seiner Person“, sagt er, „wurde ihm gegenüber nie gesteigert durch seine Stellung oder seine Ehren; aber ich habe ihn verehrt und verehere ihn noch wegen der Größe, die allein ihm eigen war. Er erschien mir immer durch seine Werke als einer der größten und bewunderungswürdigsten unter allen Menschen, die seit vielen Geschlechtern gelebt haben. In seinem Unglück betete ich immer, Gott möge ihm Kraft geben; denn an Größe konnte es ihm nicht fehlen. Ich konnte auch nicht mit einem Wort oder einer Silbe mein Mitleid für ihn bezeugen, da ich wußte, kein Mißgeschick könne der Seelenstärke (*virtue*) Abbruch tun, sondern helfe eher, sie offenbar machen.“

Oder will man lieber behaupten, daß es kluge Berechnung gewesen sei, die ihm die Rolle der Fügsamkeit eingab? Als ihm die Anklage überreicht war und der König die Un-

möglichkeit einsah, ihn zu halten und zu retten, was er sonst wohl gern getan hätte, gab der König ihm den Rat, auf eine Verteidigung zu verzichten, und versprach ihm zugleich, sich später seiner nach Kräften anzunehmen. Diesem Rate folgte Bacon, in der Hoffnung, daß man glimpflich mit ihm verfahren und daß es vielleicht mit der Enthebung vom Kanzlerposten sein Bewenden haben werde. Er legte sich also zu Bett, erklärte sich für krank und hoffte durch ein allgemein gehaltenes Schreiben an das Oberhaus, in dem er jedoch in der Sache selbst Zugeständnisse machte, die Angelegenheit einem erträglichen Ausgang zuzuführen. Aber das Oberhaus war härter, als er es sich gedacht hatte; es fußte auf den erhaltenen Zugeständnissen und forderte nun Aufklärungen über jeden einzelnen Punkt der Anklage.

Wenn ihn also Berechnung zu seiner Nachgiebigkeit geführt hätte, so hätte sich diese Berechnung als falsch erwiesen. Fürstenhagen ist sogar der Meinung, daß es Kleinmut gewesen sei, wenn er dem König nachgegeben habe, da er sich durch eine eigene, beredte, mündliche Verteidigung selbst unendlich viel hätte nützen können. Vielleicht war es dem König aus egoistischen Motiven lieber, den Prozeß seinen Gang nehmen zu lassen, ohne daß Bacon sich verteidigte.

Wir haben diese Bilder und Möglichkeiten der Beurteilung aneinandergereiht und stellen damit den Leser vor die Dunkel und Rätsel und offenen Fragen, die die Betrachtung des Lebens dem Feinfühligem überall bietet. Wir treffen keine Entscheidung. Mag dies jeder für sich versuchen, wenn und soweit seine persönlichen Lebenserfahrungen und die Tiefe seiner sittlichen Orientierung ihn dazu befähigen¹⁰.

Bacons Tod hängt mit einem Experiment zusammen, das er anstellte. An einem kalten Wintermorgen des Jahres 1626 begab er sich aufs Land und beschäftigte sich damit, ein Huhn mit Schnee auszustopfen, um irgendwelche physikalischen oder physiologischen Wirkungen zu beobachten. Ein plötzlicher Frostschauer überfiel ihn, und er suchte in einem nahegelegenen Grafenhouse Unterkunft. Dort stellte man ihm ein Bett zur Verfügung, das unglücklicherweise feucht war. Eine Lungenentzündung war die Folge, der er nach acht Tagen erlag. Sein letzter Brief war an den abwesenden Grafen des Landhauses, in dem Bacon krank daniederlag, gerichtet; er vergißt nicht, darin zu erwähnen, daß das Experiment vortrefflich gelungen sei.

Bei seinem Tode fand sich, daß er die für jene Zeit ungeheure Schuldensumme von 22 000 Pfund Sterling kontrahiert hatte. Dies war geschehen, obwohl Bacon während der letzten Ruhestandsjahre eine jährliche Pension von 1800 Pfund und außerdem aus seinem väterlichen Erbgut 700 Pfund bezogen hatte. Die Geldmißwirtschaft liegt also offen zutage. Sie hat ihren Grund in Bacons unbeherrschter Vorliebe für ein prächtiges Auftreten, schöne Parkanlagen, kostbare Geschirre, eine wohlbesetzte Tafel und ein zahlreiches Gesinde.

An kleinen Zügen aus seinem persönlichen Leben erwähnen wir noch das Folgende: William Rawley aus Norwich war Bacons Kaplan, als er Kanzler war, und wurde in den letzten fünf Jahren des Baconschen Lebens sein wissenschaftlicher Sekretär. Dieser Mann hat einen kurzen Lebensabriß seines berühmten Herrn herausgegeben. Man muß bei der Benutzung desselben Speddings kritische Bemerkungen hinzuziehen. Dieser Rawley nun erzählt, Bacon habe viele seiner Arbeiten mit einer erstaunlichen Leichtigkeit hingeworfen. Dies gelte jedoch nicht für das „Neue Organon“; denn dasselbe sei das Ergebnis der Anstrengungen vieler Jahre. Rawley selbst habe wenigstens zwölf Manuskripte des Werkes bei Bacon gesehen, die von Jahr zu Jahr eins aus dem andern hervorgegangen seien, auf Grund von Veränderungen und Verbesserungen in der Darstellung.

Bacon las viel, aber nie bis zur Ermüdung oder bis zum Überdruß. Er überschlug dabei vieles und wußte, wie Raleigh sagt, mit großem Geschick das Wichtigste aus einem Buche schnell herauszufinden. Er arbeitete nie übermäßig, sondern erholte sich durch einen Ausgang ins Freie, entweder zu Fuß oder zu Pferde oder in einer Sänfte. Mitunter spielte er auch eine Partie Billard. Müßig konnte er niemals sein; sobald er nach Hause kam, wandte er sich wieder den Büchern und Arbeiten zu.

Wir sind am Ende der biographischen Skizze. Der moderne Dichter Herbert Eulenberg hat einmal geäußert, daß die Betrachtung und Würdigung eines Charakters von der Bewertung des besonderen Talents und der besonderen Leistungen, die einem Menschen vom Schicksal zugewiesen waren, abgetrennt werden solle. Stelle man z. B. einen Helden von unglücklich flackerndem Temperament und praktischer Lebenshilflosigkeit auf die Bühne, der sich in der Jagd

nach dem Gelde aufzehrt, so könne eine solche Bühnengestalt durchaus der Persönlichkeit irgendeines berühmten Malers der Weltgeschichte zur Seite gestellt werden, dessen Werke von der Nachwelt aufs höchste bewundert werden. Ich kann dieser Ansicht nicht zustimmen. Es ist nicht gleichgültig für die Beurteilung, ja auch nur für das Verständnis eines Charakters, ob sich jemand nur eingebildet hat, zu etwas Großem geboren zu sein, oder ob er es wirklich war. Wir werden daher anschließend an diese biographischen Darstellungen uns jetzt zunächst einer Gesamtbetrachtung der historischen Rolle Bacons und des Wertes seiner wissenschaftlichen Leistungen zuwenden.

II. BACONS WISSENSCHAFTLICHE GESAMT-PERSÖNLICHKEIT UND SEINE GESCHICHTLICHE BEDEUTUNG

Der Wert der wissenschaftlichen Leistungen Bacons ist fast ebenso umstritten wie sein Charakter. Während einige ihn neben Descartes an die Spitze der neueren Philosophie stellen, behaupten andere, daß er das, was für die neuere Zeit entscheidend wurde, nämlich den Geist der modernen Naturwissenschaft, überhaupt nicht besessen noch erfaßt noch in seinen Schriften richtig dargestellt habe.

Um zwischen diesen widerstreitenden Ansichten sich hindurchzufinden, muß man zunächst beachten, daß in den Voraussetzungen und Methoden der modernen Naturwissenschaft mindestens zwei nebeneinander bestehende Charakterzüge zu finden sind. Der eine dieser Züge besteht in der Verbindung der Physik mit der Mathematik, der andere ist durch das Stichwort der induktiven Methodik zu kennzeichnen. Der Repräsentant des ersten wäre dann Galilei oder auch Descartes, der des zweiten wäre Bacon. Diese beiden Züge sind zwar in der faktisch vorhandenen Naturwissenschaft, und besonders in der Physik, auf fast unauflösliche Weise miteinander verknüpft. Aber es könnte nichtsdestoweniger behauptet werden, daß ein philosophischer, prinzipieller Unterschied zwischen ihnen besteht; oder es könnte auch behauptet werden, daß es ein Überwiegen bald des einen, bald des anderen Charakterzuges in der Forschung gebe. Manchmal legt man der Verbindung der Mathematik mit der Naturwissenschaft noch den Namen eines deduktiven Verfahrens bei; dadurch wird dann die Zweiheit der methodischen Charakterzüge noch schärfer herausgearbeitet. Man sagt dann also: Descartes habe den mathematisch-deduktiven Geist der modernen Naturwissenschaft verkündet, Bacon aber das induktive Prinzip auf den Schild erhoben.

Ich drücke mich etwas zurückhaltend über diese Gegenüberstellungen aus. Denn es ist mit der Prägung und Verteilung dieser Fachausdrücke „deduktiv“ und „induktiv“ noch nicht alles, worauf es in Wahrheit ankommt, klar entschieden; sie selbst sind umstritten. Für Lehrzwecke allerdings, bei Anfängern, etwa für eine summarische Darstellung der Geschichte der Philosophie, scheinen solche Gegenüberstellungen eine gewisse Nützlichkeit zu haben, eine Nützlichkeit freilich, die später in Schaden umschlagen kann, wenn sie in der herangewachsenen Generation zu dogmatischen Erstarrungen führt.

Unter den beiden Gliedern der genannten Disjunktion ist zweifellos das erste, der Begriff des mathematisch-deduktiven Verfahrens in der modernen Naturwissenschaft, das wichtigere. Es ist dies Moment auch dasjenige, das schärfer herausgearbeitet und durchsichtiger gemacht werden kann. Über den Begriff der echten induktiven Methode dagegen herrscht bis auf den heutigen Tag noch einige Dunkelheit. Daraus scheint zu folgen, daß Descartes das bessere Teil gewählt hat, wenn es einmal galt, der Methode der modernen Naturwissenschaft sich bewußt zu werden und vielleicht auch irgend etwas Vorbildliches aus der Naturwissenschaft für die Philosophie zu gewinnen; Bacon aber hätte das schlechtere Teil gewählt.

Wir werden später versuchen, für Bacons methodisches Ideal doch noch ein gutes Wort einzulegen. Im allgemeinen ist aber allerdings der mathematisch-deduktive Geist in der Naturwissenschaft bisher das wesentlichere Prinzip ihrer Siege gewesen, und auch die anderen Wissenschaften und die Philosophie haben mit der Baconschen Induktion nicht allzuviel anfangen können. Denn es kann gar kein Zweifel sein, daß die moderne Physik ihren großen Flug den Geistern von der Art eines Kopernikus, Galilei, Kepler usw. verdankt. Alle diese Geister sind Repräsentanten der mathematisch-deduktiven Methode, deren Wert Bacon nicht verstand und deren Vertreter er bekämpfte. Man darf sich ganz hart so ausdrücken: die moderne Naturwissenschaft ist trotz Bacon vorwärtsgekommen.

Man könnte sich nun begnügen, zu sagen, daß Bacon trotz allem ein Propagandist des modernen naturwissenschaftlichen Geistes gewesen sei, nur daß er ihn nicht ganz verstanden und ihn von einer untergeordneten oder etwas

schiefen Seite her genommen habe, — aber dennoch: ein Propagandist! Man müßte dann nur gleich wieder abschwächend hinzufügen: daß die Naturwissenschaft dieser Propaganda nicht bedurfte. Der echte Geist der modernen Naturwissenschaft war bereits durch jene Männer, die Bacon als Feinde bekämpfte, unüberwindlich gemacht. Es waren nicht zwei oder drei Entdeckungen in dieser Art gemacht worden, sondern hunderte, und jeder, der sich mit diesen bereits erzielten Erfolgen beschäftigte, mußte unfehlbar in jene einfache Grundlinie der Methodik und des Fortschritts hineingezogen werden, die dort herrschte. Dem mathematischen Studium der Freien-Fall-Bewegungen fester Körper war bereits das mathematische Studium der Lichtgesetze vorangegangen. Das mathematische Studium der magnetischen Erscheinungen hatte begonnen; mithin war der Fortschritt auf jenem Wege unaufhaltsam. Diese eindrucksvollen Leistungen mußten unfehlbar auch bei den kommenden Geschlechtern offene Augen finden. Mit einem Wort, es gab nichts mehr, was diese Entwicklung hätte aufhalten können; nicht einmal kirchliche oder politische Gegenmächte hätten dies auf die Dauer vermocht.

War also Bacon ein Propagandist, so war er für die Naturwissenschaften ein unnötiger Propagandist. Und daß auf das übrige Geistesleben seiner Zeit und der folgenden Zeiten der Geist der Naturwissenschaft einen Einfluß gewinnen mußte, war ebenfalls selbstverständlich. Es kann sich also nur um das Tempo und die Nuance der Weiterleitung dieses Geistes in allgemeine Lebenskreise hinein handeln, wenn man von einem Propagandistenerfolg sprechen will, den speziell Bacon gehabt habe¹¹. Die Geschichte der Pädagogik zeigt beispielsweise, daß der Böhme Amos Comenius von Bacon zu seinen modernen Ideen angeregt worden ist.

Anstatt von Propaganda zu sprechen, könnte man sich aber auch begnügen, Bacon einfach als Repräsentanten seines Prinzips zu betrachten. Es hat sich heute vielfach eine kulturhistorisch-ästhetisierende Betrachtung der Geschichte der Philosophie eingebürgert, derzufolge man nach der absoluten Wahrheit der überlieferten Werke nicht viel fragt, auch nicht sehr viel nach den Fortschritten relativer Erkenntnis, die sich vollzogen hat; sondern man gibt sich mit beliebigen Wandlungen des Zeitgeistes zufrieden,

wie sie einmal stattgefunden haben, und geht nur liebevoll der Art und Weise nach, wie dieselben ihren merkwürdigsten Ausdruck gefunden haben. In diesem Sinne feiert man Bacon als das Sprachrohr einer gewissen Geistesrichtung seiner Zeit. Dieser kulturhistorisch-ästhetisierende Gesichtspunkt findet gern einen Maßstab für seine Bewertungen an dem Stil und an dem formalen Gesamthabitus der Schriften eines Autors, sofern diese Werke eine gewisse Monumentalität zu haben scheinen und von vornherein den Eindruck des Bedeutenden machen.

Man kann die Mitwirkung solcher Gesichtspunkte für unser heutiges Urteil nicht ausschließen, solange man keine besseren und sichereren Kriterien hat. Die Wertfragen über die philosophische Literatur sind in der Tat sehr schwierig, und es ist daher nicht nur zulässig, sondern sogar ratsam, alle sich nur irgend anbietenden Gesichtspunkte der Betrachtung zu Hilfe zu ziehen. Aber man soll diesen kulturhistorisch-ästhetisierenden Gesichtspunkt auch nicht zu dem vorherrschenden machen; denn das würde soviel heißen, als die Werke der Philosophie auf die gleiche Stufe mit den Erscheinungen der Kunst zu stellen, und es würde dazu verleiten, daß der Heutige sich in seinem Urteile allzusehr vor den Urteilen der Vergangenheit beugt.

Nur wenn es gelingen sollte, eine originale Wahrheit in den Gedanken Bacons nachzuweisen, würde sich auch für den vorsichtigsten und zurückhaltendsten Beurteiler zuletzt ergeben, daß eben die Beurteilung eines Menschen oder eines Werkes aus seinem Stil doch oft recht behalten kann, obwohl sie an sich formell ist und nicht die Tiefe selbst erfaßt.

Es schien mir notwendig, diese prinzipiellen Dinge deutlich auseinanderzusetzen, damit der Leser dieses Buches bei dem Hin und Her der Meinungsverschiedenheiten über Bacon einen gewissen Leitfaden in Händen habe, wohin er die einzelnen, oft sehr divergenten Aussprüche des Lobes und Tadels zu stellen hat, ehe er sich zu einem eigenen Gesamturteil entschließt. Wir werden nunmehr die Materialien dieses Meinungsstreits etwas mehr im einzelnen darlegen.

Ein ziemlich schlechtes Buch über Bacon ist die Broschüre des berühmten deutschen Chemikers Justus von Liebig. Obwohl das Buch schlecht ist, ist sein Autor bedeutend genug, um gehört zu werden. Sein Buch trägt den

Titel: „Über Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforschung¹²“. Das Buch hat einen ausgesprochenen Kampfzweck, und zwar noch dazu einen persönlichen. Liebig's agrrikultur-chemische Forschungsergebnisse fanden bei den englischen Landwirten eine ablehnende Beurteilung. Diese Ablehnung fand in einem Aufsatz des Journal of the Royal Agricultural Society of England ihren Ausdruck. Liebig war aufgebracht über die Art und Methode dieses Denkens, mit der man zu einer verständnislosen Beurteilung seiner Probleme und Resultate gelangt war, und entschloß sich aus diesem Grunde, sich mit der wissenschaftlichen Geistesart der Engländer überhaupt näher bekannt zu machen. Natürlich ist es ganz unmöglich, die Koryphäen des englischen Geistes in den exakten Wissenschaften in die Liebig'sche Betrachtung einzuschließen. Schon dadurch verliert der Versuch Liebig's, eine besondere Geistesart der Engländer zu konstruieren, von vornherein fast alle Bedeutung. Er beschränkte sich denn auch bald in seinen Darlegungen auf den Typus des englischen Dilettanten in der Wissenschaft, der noch heute seine Experimente ebenso anstelle, wie sie Bacon angestellt hätte. Diesen Vergleich stellt er uns in folgendem kuriosen Bilde tafelmäßig vor Augen.

Anno 1616

Wie lange
brennt Spiritus vini
in einem Löffel,
wenn demselben zugesetzt
wird:

Salpeter
Kochsalz
ein Stück Wachs
Wasser
Milch

Schießpulver?

Erfolg: Alle diese Dinge
machen den Spiritus nicht
länger brennen.

Schluß: Der Spiritus für
sich brennt am längsten.

Anno 1860

Wie lange
wächst roter Klee
auf einem Acre Feld,
wenn demselben zugesetzt
wird:

Kalksuperphosphat
schwefelsaures Kali
Stalldünger
Ruß
Kalk

Ammoniaksalze?

Erfolg: Alle diese Dinge
machen den Klee nicht
länger wachsen.

Schluß: Das Feld ist
krank und wird von selbst
wieder gesund, wenn man
ihm Zeit läßt.

Wer diese beiden Beispiele der Methodik durchliest, empfindet sofort die Mangelhaftigkeit der Methode, die sich in ihnen wirklich bloßstellt. Empirie und Experiment dürfen nicht in dieser groben und flüchtigen Weise vorgehen. Man muß nicht bloß in konfuser Weise die Dinge häufen, um sich dann überraschen zu lassen, was daraus wird, sondern man muß zuerst gewisse theoretische und prinzipielle Gesichtspunkte erfassen, von denen Untersuchungen und Experimente geleitet sein müssen. Es ist dann so, als ob es eine feine bestimmte Linie gäbe, in der die Abläufe in der Natur sich vollziehen müßten, und als ob diese feine Linie in den Gedanken des Experimentators schon im voraus vorhanden wäre, so daß er darnach sein Experiment einrichtet. Liebig's Dünge­rtheorie war von der geistigen Verfolgung einer solchen feinen und bestimmten Linie geleitet, und es scheint ihm, als ob der englische Kritiker von 1860 dies gar nicht erfaßt und verstanden hätte.

In der weiteren Verfolgung dieser Probleme studiert nun Liebig die Bacon'sche Methode der Induktion. Er stellt fest — und das ist auch wirklich so — daß Bacon gelehrt hat, man müsse stets Tafeln aufstellen, in die man die Fälle der Beobachtung einzutragen habe. Es gibt nach Bacon vor allem zwei Arten solcher Tafeln, die Tafeln der negativen Instanzen und die Tafeln der positiven Instanzen.

Bacon will zum Beispiel das Wesen der Wärme erforschen; er stellt nun alle Dinge zusammen, in denen die Wärme (positiv) auftritt, und er stellt in einer anderen Tafel alle Erscheinungen zusammen, in denen die Wärme auffälligerweise fehlt oder verschwindet. Aus diesen Tafeln soll dann durch eine sorgfältige Betrachtung auf das Wesen der Wärme geschlossen werden können. Wir sehen sofort voraus, daß im Verfolg dieser Anweisungen sehr leicht ein ganz rohes Sammelsurium entstehen kann. Denn was heißt es z. B., alle Erscheinungen zusammenzustellen, in denen die Wärme vermißt werden kann, in denen sie fehlt? Gerechterweise müssen wir uns freilich hierbei auf den Standpunkt einer früheren Zeit stellen, in der man nicht wußte, daß alle Dinge in der Welt eine gewisse Temperatur haben, die sich über den Nullpunkt der absoluten Temperatur erhebt. Hiervon also absehend, wollen wir mit dem naiveren Denken jener älteren Zeit zunächst nur annehmen, daß es einen bestimmten Gegensatz von Warm und Kalt gebe, den

wir durch den Tastsinn der Hand festzustellen vermögen. Wärme kann somit dasein oder fehlen. Aber wie unendlich viele Dinge gibt es dann, bei denen sie fehlt! Diese sind nicht aufzuzählen! Man wird also für negative Instanzen sich nur dann vernünftigerweise interessieren können, wenn man in einem bestimmten Falle hätte erwarten müssen, daß sich Wärme zeige, und es besonders auffällig ist, daß sie sich nicht zeigt. Es käme dann alles auf die feinen Motive unseres Erwartens, unseres Staunens und unserer Überraschung an. In seiner Hauptlehre betont dies aber Bacon zu wenig, und darum hat seine Anweisung etwas sozusagen Stumpfes und kann leicht zu einer pedantischen und lächerlichen Anwendung verführen. Nur in gewissen, später folgenden Sonderkapiteln trägt er auch Material zu diesen feineren Fragen zusammen.

Die Hauptlehre von den Tafeln hat etwas Plumpes, und es gelingt Liebig, dies ins Licht zu setzen, indem er aus Bacons eigenen Ausführungen über das Wesen der Wärme einiges ganz Drollige herausfischt. Wir geben diese Liebig'sche Verhöhnung wieder, um die Sache von allen Seiten so deutlich wie möglich zu nehmen. Es heißt also bei Liebig (in seiner Art der Wiedergabe aus dem Baconschen Organon):

„Wärme haben oder warm sind:

1. Sonnenstrahlen, besonders im Sommer und im Mittag
3. Die zündenden Blitze
4. Alle Flammen
12. Die Luft in Kellern im Winter
13. Die Wolle und Federn
22. Das Vitriolöl
24. Frische Pferdeäpfel
26. Spiritus vini, Spiritus et oleum origani, starker Essig.

Kälte haben oder kalt sind:

1. Die Mondstrahlen
2. Sonnenstrahlen in der mittleren Region der Erde
3. Die kalten Blitze
4. Sankt-Elms-Feuer, Leuchten des Meeres
12. Die Luft in Kellern im Sommer
28. Schnee macht beim Reiben die Hände der Kinder warm.“

„Ein Blick auf diese Tabellen“, sagt Liebig, „beseitigt wohl jeden Zweifel darüber, daß sie von einem Schreiber im

Aufträge des Lords aus Büchern ausgezogen sind, der alle Stellen aufnahm, wo die Worte Wärme, warm, heiß, hitzig, brennt und Kälte, kalt, kühlend usw. vorkamen. Und so steht denn Vitriolöl, welches Löcher in die Kleider brennt, und Branntwein, Essig, Spiritus origani, welche auf der Zunge brennen, ganz friedlich neben Federn und Wolle, welche warm halten; frische Pferdeäpfel, welche rauchen, neben Flammen und Sonnenstrahlen.“

„Bacon“, sagt Liebig weiter, „legt in der Forschung dem Experiment einen hohen Wert bei; er weiß aber von dessen Bedeutung nichts; er hält es für ein mechanisches Werkzeug, welches, in Bewegung gesetzt, das Werk aus sich selbst heraus macht; aber in der Naturwissenschaft ist alle Forschung deduktiv oder apriorisch; das Experiment ist nur Hilfsmittel für den Denkprozeß, ähnlich wie die Rechnung; der Gedanke muß ihm in allen Fällen und mit Notwendigkeit vorausgehen, wenn es irgendeine Bedeutung haben soll. Eine empirische Naturforschung in dem gewöhnlichen Sinn existiert gar nicht. Ein Experiment, dem nicht eine Theorie, d. h. eine Idee, vorhergeht, verhält sich zur Naturforschung wie das Rasseln mit einer Kinderklapper zur Musik.“

Alsdann geht Liebig dazu über, Bacon mit dessen besseren, echt naturwissenschaftlichen Zeitgenossen zu vergleichen, und um in diesen wichtigen Dingen deutlich zu sein, wollen wir das jetzt auch tun, indem wir Liebigs Auseinandersetzung hierüber mit anderen Quellen und mit dem allgemeinen und gesicherten historischen Wissen über diese Dinge in Verbindung bringen.

Zunächst sprechen wir von Bacons Stellung zu Kopernikus. Kopernikus sei einer von den Männern, so sagt Bacon, „die es für nichts achten, alles Beliebige in der Natur zu erdichten, wenn es nur in ihren Rechnungen aufgeht“.

Ein solches Urteil ist bei einem Manne, der ein Führer der Zeit in den Naturwissenschaften sein will, nicht entschuldigbar. Kopernikus' Lehre war zwar über ein halbes Jahrhundert lang gemieden worden und fast ohne Zustimmung geblieben; aber dies hatte sich bereits seit der Zeit um 1580 herum geändert. Noch wogte zwar der Streit um ihn, aber daß Bacon durch sein Zeitalter wegen seiner falschen Parteinahme zu entschuldigen sei, darf man, glaube ich, nicht sagen¹³. Wir wollen uns immerhin ansehen, wie Bacon seine Parteilichkeit begründet.

„Die erste Frage ist die, ob es ein System gebe? Das heißt, ob die Welt oder die Gesamtheit der Dinge rund sei in bezug auf ihr Ganzes, dessen Zentrum dann irgend etwas wäre? Oder ob vielmehr die einzelnen Kugeln der Erde und der Gestirne zerstreut seien und die einzelnen an ihnen eigenen Wurzeln hängen, ohne System und Mitte oder gemeinsames Zentrum? . . . Diese letzte Meinung, von der wir jetzt sprechen, . . . war die des Herakleides Pontikos und des Ekphantos und des Syrakusaners Niketas und des Philolaos und noch in unserer Zeit des Gilbert und aller derjenigen (außer Kopernikus), welche die Erde für einen Planeten und für beweglich und gleichsam für eines der Gestirne gehalten haben. Und diese Meinung hat die Bedeutung, daß die Planeten und einzelnen Sterne . . . nachdem sie alle ihre Rundung und ursprüngliche Gestalt erhalten, durch die von uns als ungeheuer vorausgesetzte Expansion . . . (des Raumes) . . . wie Inseln im ungeheuren Meere sind. Sie würden dann nicht um ein gemeinsames Zentrum schweben, sondern um das Zentrum ihrer eigenen Kugelgestalt rotieren, die einen einfach, die anderen mit einer progressiven Bewegung des Zentrums. Und das ist am meisten hart an dieser Meinung, daß man die Ruhe oder das Unbewegte aus der Natur wegnimmt¹⁴“. Nachdem diese kosmische Ansicht erwogen und als hart befunden ist, wird sie von Bacon aber dennoch der Kopernikanischen relativ vorgezogen; definitiv gewählt aber wird von ihm die Ansicht, daß die Erde den Mittelpunkt des Alls bilde. „Sollte es eine Bewegung der Erde geben, so möchte es angemessener erscheinen, daß überhaupt das System aufgehoben und die Sterne zerstreut werden, nach dem Vorgang der Männer, welche wir schon genannt haben, als daß ein solches System erstellt werde, dessen Zentrum die Sonne wäre.“

Gegen Galilei sagt Bacon (in einem Briefe an einen Freund 1617): „Ich wollte lieber, die Astronomen Italiens hielten sich etwas mehr an die Erfahrung und Beobachtung, anstatt uns mit chimärischen und verrückten Hypothesen zu unterhalten.“ (Dies ist in bezug auf die Kopernikanische Ansicht gesagt.) Galilei seinerseits veröffentlichte eine ausführliche Widerlegung von Bacons Schrift über Ebbe und Flut.

Die relative Verständnislosigkeit Bacons gegenüber der Naturwissenschaft des Kopernikus, Kepler und Galilei wird erklärt, wenn man annimmt, daß es Bacon an Begabung und

genügenden Kenntnissen in der Mathematik gefehlt habe. Die Mathematik ist nicht jedermanns Sache. Es gibt Leute, welche sonst geistig sehr hoch stehen und denen doch die Mathematik ihrem Wesen nach verschlossen bleibt. Kirchmann sagt über Bacon: „Die Mathematik war seine schwächste Seite, ein Umstand, der Bacon nicht bloß das Verständnis von Galilei erschwerte, sondern überhaupt ihn tiefer in den Fesseln der Scholastik stecken bleiben ließ, als man es bei einem erklärten Gegner gegen sie hätte erwarten dürfen¹⁵.“

Gilbert, der Engländer, machte die grundlegenden Experimente über die Elektrizität am Bernstein (1603), gleichsam unter den Augen Bacons. Er zeigte, daß der Bernstein die Eigenschaft, leichte Körperchen anzuziehen, wenn er gerieben wird, mit mannigfachen anderen Körpern teilt. Dazu machte er auf den Einfluß der Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft aufmerksam. Beim Magneten lehrte er die Pole zu unterscheiden. Er bezeichnete die Erde selbst als einen großen Magneten. Bei seinen Experimenten ging er sehr sorgfältig vor. Er führte in einen Magneteisenstein feine Eisennadeln hinein, die ihn wie Stacheln umgaben, um die Pole aufzufinden. Diese Forschungen über den Magnetismus und die Elektrizität könnten nun sogar der Baconschen induktiven Methode etwas näher gestellt werden, weil sie weniger als die neuen Entdeckungen der Astronomie mit Mathematik verquickt waren und auch wenig von starken vorausgehenden Ideen getragen wurden. Dennoch verwarf Bacon auch den Gilbert — und zwar in Bausch und Bogen — wegen seiner Methodik!

„Die empirische (sic!) Forschungsmethode“, sagt Bacon, „ist die monströseste und ungestalteteste von allen, weil sie auf der engen Basis und der Dunkelheit einzelner Experimente beruht. Diese Art von Forschungen, welche denen so sicher und überzeugend vorkommt, die sich täglich mit solchen Experimenten beschäftigen, ist für uns andere unglaublich und leer. Dahin gehören beispielsweise die chemischen Methoden und die Gilberts¹⁶.“ Gilbert lebte in London von 1540 bis 1603¹⁷.

Im Kreise des Hofes Jacobs I. lebte auch der berühmte Harvey, der Entdecker des Blutkreislaufs im menschlichen und tierischen Körper. Er war der Leibarzt des Königs; außerdem war er Professor der Anatomie zu London. Von ihm stammt der schon erwähnte Ausspruch: „Bacon spricht

von der Philosophie wie ein Lord-Kanzler.“ Die Verdächtigungen, die Liebig gegen Bacon wegen dessen Verhältnisses zu Harvey richtet, sind zu wenig begründet, als daß sie hier wiedergegeben werden könnten. Doch was Liebig bei dieser Gelegenheit aus dem Leben und Schaffen Harveys mitteilt, ist hübsch und charakteristisch als ein Gegenbeispiel zu der Baconschen Art, und wir möchten es daher kurz anführen. Außer der bereits genannten Entdeckung des Blutumlaufs ist auch die Lehre, daß alles Lebende aus Eiern entstehe (*Omne vivum ex ovo*), von Harvey zuerst mit Nachdruck und Erfolg aufgestellt worden. Aber die Aufnahme seiner hochbedeutenden Werke war eine schlechte; die große Mehrzahl seiner Gegner waren Ärzte, die es fertigbrachten, daß Harvey seine Praxis verlor. Als einer seiner Verehrer in ihn drang, seine Untersuchungen über die Zeugung herauszugeben, da sagte er ihm: „Sie möchten mir also raten, diesen ruhigen Hafen zu verlassen, in welchem ich jetzt meine Tage so still verlebe, und mich wieder dem treulosen Meere anzuvertrauen? Es ist Ihnen doch nicht unbekannt, welchen gewaltigen Aufruhr meine früheren Arbeiten gemacht haben! Viel besser ist es wahrlich, für sich im stillen zu Hause gescheiter zu werden suchen, als durch Bekanntmachung von Dingen, die soviel Mühe und Arbeit kosten, jene Ungewitter aufzurütteln, die uns der Ruhe und des Friedens berauben.“ Liebig zitiert dies, um den Charakter des echten Forschers dem von ihm geringschätzig beurteilten Bacon gegenüberzustellen, dessen Leben sich im Glanze der Öffentlichkeit abspielte und dessen Sinn und Streben wohl auch zu einem Teil auf solchen Glanz gerichtet war. Am Schlusse seiner Darstellung sagt Liebig, freundlicher gegen Bacon einlenkend: „Bacons Essays sind unverwerfliche Dokumente seines feinen Geistes und Scharfsinns in anderen Richtungen sowie seiner tiefen Kenntnis und richtigen Beurteilung menschlicher Verhältnisse und Zustände; sie mußten auf seine Zeitgenossen eine ähnliche, gleich mächtige und nachhaltige Wirkung hervorbringen wie die seines Vorgängers de Montaigne in Frankreich. — Während die klassische Literatur des Altertums den Boden und Hintergrund von de Montaignes Essays noch abgibt, spiegelt sich in denen Bacon die selbständig werdende, von der alten sich ablösende neue Zeit. Mit Shakespeare und Bacon beginnt eine neue Literatur; Bacon sagt selbst von seinen Essays: „Ich ver-

kenne nicht, daß diese Art von Schriften, mit weniger Mühe und Beschwerden, meinem Namen vielleicht einen größeren Glanz und mehr Ruhm verleihen werden als die anderen, die ich in Händen habe.“

Diese anderen Schriften, von denen hier Bacon sagt, daß er sie in Händen habe, sind seine Arbeiten in der Logik. Wir sind nicht der Meinung Liebigs und werden uns daher jetzt gerade der tieferen Ergründung der Bedeutung Bacons für die Logik zuwenden.

Das Wesentliche ist nun hierbei folgendes: Seine Induktionsmethode ist in der Gestalt, wie sie vorliegt, allerdings unzulänglich; aber sie ist vielleicht als ein erster energischer Versuch anzusehen, etwas zur Gestaltung zu bringen, was als Prinzip und Forderung innere Berechtigung hat und daher notwendig noch einmal in neuer Gestalt kommen muß. Dieser Forderung des Neuen geschah hier nicht in der Form abstrakter Prophezeiungen Genüge, sondern in einem, wenn auch unzulänglichen Versuch, die Sache selbst zu leisten. Ich glaube aber, daß man den Inhalt dieses Ideals oder dieser Zukunftshoffnung folgendermaßen ausdrücken kann: Es muß eine Methode geben — nenne man sie induktiv oder empirisch —, welche nicht syllogistisch und deduktiv vorgeht, sondern von äußerlicher Erfahrung und Wahrnehmung zu tiefer und innerer und abstrakter Einsicht in die Dinge fortschreitet, und diese Methode müßte allen Wissenschaften gemeinsam sein, sowohl den Naturwissenschaften als den Geisteswissenschaften, und sie sollte als die wesentliche und wahre Methode überall anerkannt werden, weil sie, im großen und ganzen betrachtet, am meisten der Natur des Menschengesistes und der bescheidenen Lage des Menschen gegenüber dem Geheimnis der Dinge entspricht. Man sage nicht, daß dies Postulat bereits von Aristoteles aufgestellt sei; es gibt darin feinere Unterschiede, die noch zu betrachten sein werden.

Gewöhnlich nämlich stellt man sich bei dem Worte „induktive Methode“ vor, daß Sätze, die partikular gelten, in größerer Breite und Allgemeinheit anwendbar gemacht werden, vielleicht, indem sie dabei eine Modifikation erleiden. Das hiermit gegebene Problem spitzt sich für viele Denker auf die Frage zu: Wie kann man aus einigen Fällen oder aus vielen Fällen eines Gesetzes auf alle schließen? Dieser Begriff der Induktion ist äußerlich. An seiner Statt wollen

wir uns folgendes Bild vor Augen stellen. Wir sehen ganz von den Urteilsformen (und von dem Momente der logischen Allgemeinheit) ab und stellen uns vor, daß wir einen bescheiden ausgedehnten Stoffkreis der Wirklichkeit vor uns hätten¹⁸. Diesen Stoffkreis vermögen wir in einer bestimmten Weise geistig zu erfassen. Wie nun aber, wenn wir einen oder mehrere benachbarte Stoffkreise von gleich bescheidener Ausdehnung hinzunehmen? Wird uns die Zusammenfassung mehrerer Stoffkreise nun etwa zu einer einfachen Verbindung unserer bisherigen Einsichten führen, oder könnten uns dabei die Augen für etwas ganz Neues geöffnet werden, das wir bis dahin überhaupt nicht sahen und nicht wußten? Wir lassen dabei die Frage ganz außer Betracht, auf Grund welcher Quellen der Erkenntnis oder auf Grund welcher geistigen Kräfte oder Schlußweisen uns diese neuen Einsichten beschieden werden können. Es könnte aber dann sein, daß das Neue, das wir bei Gelegenheit der größeren Stoffkreiszusammenfassung entdeckt haben, sogar von wesentlich anderer Qualität wäre als die Einsichten, die wir zuvor hinsichtlich der Teilkreise hatten. Eine solche neue tiefere Einsicht würde man mit Bacon in manchen besonders hervorragenden Fällen die Erkenntnis einer Form nennen können.

Für den Augenblick genügt es, daß wir uns vorstellen, daß bei der Zusammenfassung mehrerer kleiner Stoffkreise der Erfahrung zu einem größeren Kreise ein neues Gesamtbild oder Gesamtprinzip hervortreten kann, das von den Einsichten in die Teilkreise so verschieden ist, daß es nicht auf dem Wege der generalisierenden Induktion aus jenen gewonnen werden kann. Ein Anatom etwa könnte z. B. alle Gliedmaßen des menschlichen Körpers in bezug auf Adern und Säfte einzeln studiert haben und könnte dann erst an das Studium des ganzen Körpers herantreten und nun den Mechanismus des Blutkreislaufs entdecken. Allein dies Beispiel sagt noch nicht alles. Denn es genügt nicht, unsere Darlegung über die Teilkreise und den Gesamtkreis nur äußerlich räumlich zu nehmen. Es ist ebensogut möglich, daß die gedachten Kreise, sowohl die kleineren als die zusammenfassenden, sich auf Abstraktes beziehen. Zum Beispiel könnte jemand verschiedene Prinzipien der Mechanik, wie das Hebelgesetz, das Gesetz von Parallelogrammen der Kräfte und andere, unter eine einzige Perspektive abstrakter Betrachtung zu stellen suchen. Man sieht dann wohl ein, daß

dies etwas ganz anderes ist, als jene Prinzipien induktiv (im älteren Sinne) zusammenzufassen.

Jetzt können wir die Absicht der Bacon'schen Induktionslehre in folgender Weise ausdrücken: Es handelt sich nicht um die Frage einer logischen Beweisführung, durch die eins aus dem anderen abgeleitet werden könnte. Es handelt sich auch nicht um die fortschreitende Verallgemeinerung von Sätzen, die zunächst enger gefaßt waren; sondern, wenn Bacon von einem Aufsteigen vom Besonderen zum Allgemeineren spricht, so handelt es sich um qualitative Unterschiede, die man sich nichtsdestoweniger in einer vielstufigen Leiter angeordnet denken könnte. Denn die Fähigkeit, eine neue Form, ein neues Prinzip in einer Sache zu sehen, ist qualitativ verschieden von den Apperzeptionsweisen ebenderselben Sache (oder ihrer Teile), die ihr vorangingen. Diesen geistigen Vorgang hat Bacon erfassen wollen. Allerdings hat er nicht vermocht, die Hilfsmittel oder Methoden richtig anzugeben, nach denen es uns ein für allemal möglich sein würde, in dieser Weise geistig qualitativ vorzuschreiten.

Ein weiteres Charakteristikum der Ansicht bzw. Absicht Bacons ist folgendes: Er sagt nicht, daß man vom Alleelementarsten ausgehen müsse, was gewisse radikale Erkenntnistheoretiker sehr leicht zu sagen geneigt sind, wenn sie beabsichtigen, ein konsequentes System rein induktiver oder rein empirischer Methodik zu konstruieren oder zu schildern. Er sagt nicht, daß eine auf Raum, Zeit und Sinnesqualitäten eingeschränkte Wahrnehmung die erste Stufe der Betrachtung und die Schwelle der Wissenschaft sei. Er sagt auch nicht, daß ein räumlich kleinstes Sein, etwa ein Molekül oder ein Kraftpunkt oder eine Mehrzahl solcher, am Anfangspunkt einer Betrachtung stehen müßte, damit man von hier aus sich ausbreitend und aufbauend in induktiv-empirischer Weise zur Erkenntnis des Alls fortschreiten könne. Er gibt gar keinen Ausgangspunkt der Forschung an, sondern sagt einfach: Eine mittlere Region von Erkenntnissen ist unser natürlichster Standpunkt, von dem aus wir am besten vorwärtskommen. Wir wollen weder das Elementarste aufsuchen noch die umfassendsten höchsten Prinzipien, sondern wir wollen schrittweise im Reiche einer mittleren Allgemeinheit vorwärts zu dringen suchen. Und hierbei bleibt die Frage, ob deduktiv oder induktiv, in dem

Sinne, wie sie heute gestellt zu werden pflegt (etwa im Sinne des Aristoteles oder des Lotze), ganz beiseite. In Bacons Munde heißt das Wort induktiv nur soviel wie Fortschreiten von kleineren zu größeren Kreisen der Betrachtung, und daher denn auch: Fortschreiten von Eindrücken und Begriffen, die durch die Erscheinungen nahegelegt waren, zu prinzipielleren und abstrakteren Erkenntnissen, zu Erkenntnissen der „Form“.

Dies hat er nun allerdings selbst nicht so deutlich gesehen, um den Einwänden ausweichen zu können, die ihm von späteren Logikern gemacht worden sind. Er hat in dem Worte „Fortschritt zum Allgemeineren“ nicht mit Deutlichkeit die beiden verschiedenen Nuancen unterschieden, die wir hier unterschieden haben. D. h. er hat nicht scharf zwischen der logischen quantitativen Verallgemeinerung zu größerer Urteilsbreite und dem Fortschritt aus roher *Common-sense*-Begriffsbildung zum Abstrakt-Allgemeineren (von prinzipiell neuer und qualitativ eigener Art) unterschieden. Auch hat er nicht eingesehen, daß bei seiner Darlegung der Methoden des Denkens gewisse Rätsel ungelöst bleiben. Vielmehr hat er sich wahrscheinlich der phantastischen Hoffnung hingegeben, daß seine Methoden des Tiefen-Fortschritts in die „Formen“ hinein zugleich volle Beweiskraft für die zu gewinnenden Einsichten haben würden.

Um ihm aber überhaupt gerecht werden zu können und ihn nicht mit falschen Maßstäben zu messen, muß man folgendes festhalten. Bacon hat nicht den Standpunkt des heutigen Erkenntnistheoretikers oder gar des Logizisten inne. Man sage meinetwegen: Bacon spricht nur obenhin; er spricht aus gemeinem Menschenverstand, ihm fehle die Rädernadel des Kupferstechers. Das ist in gewissem Sinne wahr. Aber auch im Felde des „gemeinen Menschenverstandes“ und beim Gebrauch von Meißel und Schlegel kann es Großzügigkeit geben, die Achtung verdient und Erfolge erzielt. Wer Bacon nach Maßgabe des heute so scharf betonten Unterschiedes zwischen Logik und Psychologie beurteilen will, kann ihn nicht verstehen. Für ihn war die denkende Seele ein einheitliches Phänomen. Vielleicht würde er die heutigen Distinktionen in diesen Fragen als *idola theatri* beurteilt haben. Sei es aber auch, daß die heutigen Distinktionen in ihrer Weise recht haben, so stehen wir doch noch nicht an aller Tage Abend; wir können heute die

Probleme des Geisteslebens noch nicht von allen Seiten übersehen, und es geziemt sich daher, daß man sowohl den neueren Erkenntnistheoretikern als auch Bacon — für den die Distinktionen derselben nicht existieren — jedem auf seinem Wege zu folgen versucht. Man könnte auch sagen: Bacon betrachtet den Verstandesgebrauch im großen und im groben wie ein Techniker, dem es auf den praktischen Erfolg ankommt, so wie es einem praktischen Pädagogen mehr auf den beim Kinde zu erreichenden Erfolg als auf die Prinzipien der Psychologie ankommen muß. In diesem Sinne genommen aber liegt in Bacons Entwurf viel Energie und geistige Kraft und zum Teil sogar Feinheit und bisweilen Tiefe.

Seine Grundmethode des wissenschaftlichen Fortschritts soll für die meisten Wissenschaften in gleicher Weise gelten. Seine Beispiele im *Novum Organum* umfassen neben den Naturerscheinungen auch Phänomene aus der Welt des Geisteslebens, wie z. B. aus der Welt der Künste, und der für sie nötigen Kräfte der Menschenseele. Denn auch für diese Gebiete des Geistigen gilt die gleiche ontologische Voraussetzung wie für die Gebiete der Natur, daß es nämlich „Formen“ geben müsse, in denen das Geheimnis beschlossen ist, das die Erscheinungen erklärt¹⁹. Wir würden heute sagen, wenn wir uns populär und rein ausdrücken und von aller philosophischen Zuspitzung absehen: wir möchten das „Wesen“ einer Erscheinung erforschen, oder wir möchten die „Natur“ etwa des Rechtes oder des Staates ergründen. Was das eigentlich heißt, darauf gehe ich hier zunächst nicht ein; doch wird man zugeben, daß diese Ausdrücke nicht leer sind. Solche Formen oder Wesenheiten nun sowohl in geistigen wie in natürlichen Dingen zu suchen und zu finden, das ist die Aufgabe und der Weg der Baconschen Wissenschaft.

Vergleichen wir nun diese großartige, wenn auch etwas dunkle Anschauung mit dem ganz andersartigen Wege der klassischen exakten Naturwissenschaft, so zeigt sich folgendes: Diese Naturwissenschaft konzentriert sich äußerlich auf Messungen und demnach auf räumlich-zeitliche Verhältnisse. Begriffliche Erfassungen von großen gegebenen Komplexheiten der Natur (wie etwa „Leben“, „Anziehungskraft“, „Zweckmäßigkeit“, „Unzweckmäßigkeit“) vermeidet diese exakte Naturwissenschaft nach Möglichkeit, oder sie läßt sie

nur als Vorläufigkeiten zu. So bemühten sich einige Vertreter der Mechanik, um den Begriff der Kraft herumzukommen. Zwar ganz ohne Begriffe kann und will auch die mechanistische Naturerklärung nicht auskommen; aber diese Begriffe, die sie nolens volens zuläßt, sind nur der Schatten der mathematischen Spekulation und werden so abstrakt und blutleer wie möglich gefaßt. In der Betrachtung der lebenden Wesen bevorzugte man lange Zeit das Studium des bloß Physiologischen, weil sich dies am ehesten nach den Prinzipien der Physik und Chemie behandeln läßt. Heute empfindet man bereits im Problem des Lebens das Herannahen einer Krisis für die Prinzipien der klassischen exakten Naturwissenschaft. Es ist daher vorauszusehen, daß man eines Tages gezwungen sein wird, begrifflichen Erkenntnismitteln, welche nicht durch bloße Rechenformeln ersetzt werden können, wieder eine objektive ontologische Würde zuzugestehen.

Dann wäre es denkbar, wenn auch nicht sicher, daß sich Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften, zum Teil wenigstens, auf eine einheitliche Grundmethode einigen könnten. Dieser Tag würde der Tag Bacons sein. Freilich diese seine Antizipation sprach er in sehr unzulänglichen Fragmenten aus. Auch vom heutigen Standpunkt der Erkenntnis aus kann man nicht voraussagen, wie die neue Lösung aussehen und ob vielleicht auch sie nur wieder irgendein schwacher Kompromiß sein wird. Aber die Antizipation einer solchen Hoffnung und Möglichkeit fest im Auge gehabt zu haben, ist das Verdienst Bacons, ein bisher noch zumeist unverstandenes Verdienst. Daß eine solche Intuition in ihm vorhanden und lebendig war, das ist es, was seinen Aphorismen Einheit und Schwung gab; das Vorgefühl dieser Intuition bei dem Leser seines Organon verursachte den großen Eindruck, den er machte. Sowohl der Sprechende wie der Hörende war durch etwas gebannt, was sie beide nicht ganz deutlich sahen.

Jene Galileischen Methoden, die Bacon nicht verstand, sind hochbedeutungsvoll gewesen und werden für immer bedeutungsvoll bleiben. Aber vielleicht stellen sie, wenn man es recht innerlich betrachtet, einen Nebenweg, einen Hilfsweg der Wissenschaft dar? Es ist wahr, sie schneiden mit einem ungeheuer scharfen Messer, und durch diese ihre Schnitte ist uns so vieles bloßgelegt worden, wie

sonst selten bisher dem Menschegeist in den Wissenschaften zu erarbeiten beschieden war. Aber ist diese Schärfe des Schneidens ein Beweis dafür, daß die sich dabei ergebenden Bilder für immer die tiefsten, wahrsten und adäquatesten sein werden, die uns überhaupt von der Vorsehung gestattet worden sind?

Seit der Renaissance hat stets die Philosophie von der Naturwissenschaft lernen wollen, aber wie das zu bewerkstelligen und in welcher Weise es durchzuführen sei, war niemals ganz klar. Die Bacon'sche Leistung ist ein unzulänglicher Entwurf im Sinne dieser Hoffnung. Aber ein solcher Entwurf kann später einmal von neuem unternommen und dann zu besseren Resultaten geführt werden.

Die Descartessche und die Bacon'sche Auffassung des Methodenproblems sind zwei heterogene Versuche, die einheitliche Methode zu schaffen, welche Naturwissenschaft und Philosophie miteinander zu verbinden vermag. Sie gleichen zwei Scheinwerfern, welche ein und dieselbe Sache auf verschiedenartige Weise sehen lassen, wobei keine der beiden Ansichtsweisen vollständig und systematisch geschlossen ist, und wobei sich eine Reduktion der beiden Ansichtsweisen auf eine einheitliche Wahrheit einstweilen nicht herstellen läßt. Einstweilen bleibt die Galilei-Descartes-Liebig'sche Auffassung die klarere Wiedergabe, und die Bacon'sche bedeutet nur soviel wie ein unklares aber zukunftsreiches Ahnen.

Diese Darlegungen über das Problem der Bacon'schen Methodik und Formenlehre und über die Haltung und Einstellung seines Geistes zur Gesamtheit der Wissenschaftsangelegenheiten müssen an dieser Stelle genügen. Sie dienen hier nur dazu, um fühlbar zu machen, daß in der Bacon'schen Philosophie doch etwas stecken könnte, was eine originelle Leistung vorstellt. Machen wir aber diese Grundannahme, so haben wir nun auch die tiefere Erklärung dafür gefunden, daß der Stil der Bacon'schen Sprache den Eindruck des Bedeutenden hat machen können. Daß anderseits jene Grundintuition in gewissem Grade doch auch wieder getrübt war und Irrtümer in sich schloß, das hat — nach dem gleichen Gesetze des menschlichen Schaffens — seinen Ausdruck in den offensichtlichen architektonischen Mängeln des Buches gefunden. Das *Novum Organum* ist, genau betrachtet, ein unvollendetes Buch. Es werden Kapitel angekündigt, die dann nicht gebracht werden. Das Buch

zerfließt zu einem wesentlichen Teile in endlose Spezialbetrachtungen, ohne viel innere Ordnung, und bricht schließlich auf eine trockene und harte Weise am Ende ab.

Einige Schriftsteller haben andere Wege gewählt, um uns in das Problem des Wertes und Charakters der Bacon'schen Philosophie einzuführen. Wir wollen auch diesen Auslegern auf ihrem Wege folgen.

Kuno Fischer stellt den Bacon'schen Satz in den Vordergrund: „Die Wahrheit ist die Tochter der Zeit“²⁰. Bacon hat damit sagen wollen, daß gewisse Einsichten der Menschheit nur möglich werden, wenn sie sich auf einer bestimmten Stufe befindet, die die günstigsten Bedingungen gewährt, daß jene Einsichten reif werden können. Dies hat Bacon auch für seine eigene Philosophie in Anspruch genommen. Auf einer gewissen Stufe der Menschheit habe er auftreten können, um nun den Geist der Erfindungen und der Ausbreitung der Herrschaft des Menschen über die Natur allgemein zu machen. Begeistert also durch etwas, was schon in den Anfängen vorhanden war, hat Bacon geglaubt, diese Anfänge zu einem durchgreifenden Siege und Erfolge führen zu können. Er hat geglaubt, das Entstehen von Erfindungen aus seiner Zufälligkeit befreien und es in einen methodischen Fortschritt verwandeln zu können. Er hat die Absicht gehabt, nicht bloß eine Theorie des Fortschritts der Naturerkenntnis, sondern auch eine Theorie des Erfindungsmachens zu geben. Dabei war ihm jener Grundzusammenhang klar, daß der Fortschritt der Erfindungen in erster Linie von dem Fortschritt der reinen Erkenntnisse abhängig sein werde. Diesen letzteren stellt er daher obenan.

Aber die Erfindungen lagen ihm ebenfalls sehr am Herzen. Der berühmte Satz: „Wissen ist Macht“ stammt auch von ihm, und kann mehr noch als der von Kuno Fischer hervorgehobene Satz als ein Leitmotiv seiner Philosophie gelten²¹.

Wenn nun die „Wahrheit die Tochter der Zeit“ ist, so folgt daraus weiter, daß Bacon selbst nicht glauben durfte, daß er ein unvergängliches System aufstellen können. Und er hat es nicht geglaubt. Dies rechnet ihm Kuno Fischer als Verdienst an, insofern Bacon sich selbst und seinem Prinzip in einer originellen Weise treu geblieben sei.

Bacon bezeichnet sich selbst nur als einen Rufer zu dem, was durch die Tat von vielen anderen geleistet werden müsse.

Kuno Fischer gibt dem Satze, daß die Wahrheit die Tochter der Zeit sei, schließlich noch die Anwendung, daß man Bacons Philosophie gerechterweise aus Bacons Zeit heraus beurteilen und sie als Spiegel dieser Zeit auffassen solle. So leitet er den Leser seiner „Geschichte der Philosophie“ dazu hin, bei Bacon weniger eine originelle Gedankenleistung zu erwarten, als den künstlerisch-rhetorischen Wert der Literatenleistung ins Auge zu fassen, mit der in Bacon seine Zeit repräsentiert wird. Eigentlich ist das vonseiten Kuno Fischers eine etwas erkünstelte Überleitung der natürlich-sachlichen in die kulturhistorische Betrachtungsweise²².

Der Franzose Taine zeigt uns gleichfalls, entsprechend seiner bekannten Milieu-Theorie, Bacon von dieser Seite. Die allgemeine These Taines lautet: „Wie die Literaturen und Religionen, so gehen auch die Methoden und Philosophien aus dem Zeitgeist hervor, und der Zeitgeist ist es, welcher ihre Schwäche wie ihre Macht bedingt.“ Von Bacon speziell sagt Taine: er habe „die Renaissance abgeschlossen“, und zwar die englische Renaissance.

Heußler gibt, indem er diese Betrachtungsweise fortsetzt, dazu folgende treffende feinere Ausführung: Während früher in der Renaissance, besonders in der italienischen Renaissance, die Kunst in das hellste Licht gestellt wurde, übernimmt im Zeitalter Bacons, am Ende der englischen Renaissance, die Technik diese Rolle, das glänzende Idol zu sein, an dessen Anblick sich alle Geister und Herzen berauschen. Sooft Bacon schlechthin von den *artes* spricht, denkt er dabei weniger an das künstlerische als an das mechanische Können. *Artifex* deckt sich bei ihm mit Techniker. Will er freilich ein ganz charakteristisches Wort gebrauchen, das sich mit dem heutigen Worte Technik noch besser deckt, so gebraucht Bacon den Ausdruck *opera*²³.

Im Zeitalter der früheren Renaissance galt die Schöpfung von Kunstwerken als eine Nachahmung der göttlichen Schöpferkraft; bei Bacon werden die technischen Erfindungen durch die gleiche Hyperbel gefeiert und verherrlicht. „Die Erfindungen sind gleichsam Neuschöpfungen und Nachahmungen der göttlichen Werke“, heißt es im vorletzten Aphorismus des ersten Buches des *Novum Organum*.

Dort wird weiter ausgeführt: Im Altertum seien die Er-

finder zu Göttern erhoben worden (wahrscheinlich denkt er an Prometheus, Demeter, Hephaistos), die politischen Befreier und Städtegründer aber nur zu Heroen. Dies sei auch ganz angemessen. „Man erwäge auch, was für ein großer Unterschied zwischen der Lebensweise in einem gebildeten Lande Europas und dem einer wilden und barbarischen Gegend des Neuen Indien besteht. Man wird diesen Unterschied so groß finden, daß man sagen kann, der eine Mensch sei dem andern ein Gott, nicht nur wegen der Hilfe und Wohltaten, die er von ihm empfangen kann, sondern auch auf Grund des Vergleichs der beiderseitigen Lebenszustände. Und das leisten nicht Boden, Klima oder die Körperbeschaffenheit der Rasse, sondern allein die Künste.“

Als dann werden in ebenjenem Zusammenhange, um den Erfindungsgeist zu feiern, drei Stufen menschlichen Ehrgeizes miteinander verglichen.

„Auf der ersten wünschen die Leute die eigene Macht innerhalb ihrer Umgebung und Heimat zu erweitern: das ist die gemeine und niedrige Art. Auf der zweiten streben sie des Vaterlandes Macht und Herrschaft innerhalb des menschlichen Geschlechts zu begründen und zu erweitern. Diese Art hat wenigstens mehr Würde, aber nicht weniger Leidenschaftlichkeit. Wenn nun aber drittens einer anstreben sollte, Macht und Herrschaft des ganzen menschlichen Geschlechts über alles Vorhandene zu begründen und zu erweitern, so ist unzweifelhaft dieser Ehrgeiz (wenn dies überhaupt Ehrgeiz zu nennen ist) gesunder und weitherziger als alle die anderen Arten. Des Menschen Herrschaft aber über die Dinge beruht allein auf den Künsten und Wissenschaften. Denn man kann der Natur nur gebieten, wenn man ihr gehorcht... Viel erhabener aber noch als jede einzelne Erfindung muß es sein, etwas zu erfinden, durch das alles andere leicht erfunden werden kann²⁴.“ (Dieses Etwas ist aber das *Novum Organum*.)

Bacon ist kein Pragmatist in dem Sinne gewesen, daß er das Denken und Forschen nur um des Nutzens willen betrieben wissen wollte. Nein, er mißt der reinen Erkenntnis an sich einen noch höheren Selbstwert bei. Daher sagt er an ebenjener Stelle zuletzt: „Sicherlich ist die Betrachtung der Dinge selber, ohne Aberglauben, Fälschung, Irrtum oder Konfusion an und für sich würdiger als alle Früchte und Erfindungen.“

So sehr also Bacon den Zusammenhang der Wissenschaft mit dem praktischen Nutzen, den sie bringen soll, betont, so würde er doch wohl, wenn es darauf ankäme, eine Stufenleiter der menschlichen Zielsetzungen herzustellen, der reinen Erkenntnis um ihrer selbst willen die höchste Stufe anweisen. Er scheint nicht daran zu zweifeln, daß es dem Menschen von der Vorsehung wenigstens unter anderem auch beschieden und bestimmt sei, unabhängig von praktischen Zwecken nach der Wahrheit zu forschen.

Dies galt ihm wohl als etwas Selbstverständliches; er spricht es nur gelegentlich ganz kurz aus²⁵. Denn die größere Breite seiner Darlegungen ist freilich den Zusammenhängen des Wissens mit der Praxis gewidmet. Dieser letzte Punkt war in der Tat die Angelegenheit seiner persönlichen geistigen Leidenschaft, sein Ethos sozusagen. Er war selbst eine dem ganzen Leben zugewandte Natur, eine Renaissancenatur, eine Natur, der der äußere Erfolg in dieser irdischen Welt keineswegs gleichgültig war. Diesen seinen konkreten Lebensgeist trug er auch in den Geist der Wissenschaft hinein. Vielleicht dürfen wir auch glauben — es ist dies ein Zusammenhang, der sich aufdrängt, ohne daß er von Bacon stark herausgearbeitet wäre —, daß die Verbindung der reinen Wissenschaft mit der Praxis der Erfindungen dieselbe eben vor jenen Gefahren einer scholastischen Entartung in leere Spitzfindigkeiten schützen sollte, gegen die er so häufig ankämpft.

Oskar Kraus faßt den Machtgedanken als den Grundzug des Baconischen Charakters und Denkens auf. Er findet den Machtgedanken in Bacon überspannt und verwerflich und widmet dieser Seite des problematischen Mannes eine besondere kleine Abhandlung in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“²⁶. Er bemängelt, daß Bacon sich niemals die Frage vorgelegt habe, ob die Erweiterung des menschlichen Könnens nicht auch einem Mißbrauch ausgesetzt sei, und ob wohl die Entwicklung und Dirigierung der moralischen Kräfte des Menschengeschlechts mit jenen Fortschritten im Äußern gleichen Schritt halten. „Erzeugt doch selbst“, sagt Oskar Kraus, „das Land seiner Sehnsucht, die Nova Atlantis, Vernichtungswerkzeuge von unerhörter Furchtbarkeit.“ Kraus spricht von einem intellektuellen Imperialismus, einem technisch-physikalischen und einem politischen Imperialismus bei Bacon. Bei dieser Auffassung unseres Philosophen brau-

chen wir nicht lange zu verweilen. Denn wenn auch Kraus mit allem diesem recht haben mag, so heißt dies doch, das Bacon-Problem gar zu sehr unter die Perspektiven unserer heutigen Zeit und ihrer politischen Sehnsüchte und Kämpfe stellen. Das will Kraus auch wohl mit bewußter Absichtlichkeit tun. Aber unser Gesichtspunkt ist ein anderer. Nach unserer Meinung würde überdies die Bevorzugung des Machtproblems bei Bacon lange nicht so charakteristisch wie etwa die gleiche Bevorzugung bei Nietzsche sein. Denn Bacon redet nur als ein vollkommenes Kind seiner Zeit und zugleich als ein Staatsmann Englands. Er betrachtet es als eine Selbstverständlichkeit, daß jedes Volk darnach streben müsse, seine Macht auf Kosten anderer auszudehnen. Man mag und soll dies beklagen; auch ist dies für das Gesamtbild Bacons wichtig, jedoch nicht entscheidend.

Im Anschluß hieran verdient eine Analyse der Baconschen Philosophie erwähnt zu werden, die Giuseppe Furlani in den Jahren 1920—1921 erscheinen ließ²⁷. Giuseppe Furlani findet das Charakteristische an Bacon etwa in dem, was Kraus wohl unter den „intellektuellen“ Machtgedanken verstanden haben dürfte. Jedoch sieht er die Sache von einer ganz anderen Seite an. Indem wir Furlani hierin folgen, fassen wir die Wahrscheinlichkeit ins Auge, daß Bacon alchemistisch beeinflusst gewesen sein könnte. Daß dies der Fall gewesen sei, haben in jüngster Zeit mehrere Autoren zu erweisen versucht. Was nun aus diesem geistigen Zusammenhang für Furlani am stärksten hervorleuchtet, das sind das gewaltige Vertrauen in die Menschenkraft und die tollkühnen Hoffnungen auf die Beherrschung der Natur, die sowohl für die Alchemisten wie für Bacon charakteristisch sind.

Der Alchemist des Mittelalters hatte geglaubt, Gold machen zu können, und sogar phantastisch davon geträumt, daß ein Homunkulus in einer Retorte erscheinen könnte. Bacon zweifelt nicht, daß es einst möglich sein werde, solche gewaltigen Eingriffe in die Natur vorzunehmen, daß man dies Magie zu nennen haben würde, wenn auch natürliche Magie, im Gegensatz zur betrügerischen und zauberhaften. Die natürliche Magie wird andere, tiefere Prinzipien als die Mechanik haben; aber auch sie soll vollkommen wissenschaftlich sein. Was liegt näher, als hier des Vorbildes chemischer Verwandlungen zu gedenken? Das Schießpulver bot ihm wohl ein Beispiel. Bacon stellt sich vor, daß die niederen Er-

findungen auf Grund der niederen physikalischen Wissenschaft entstehen, daß dagegen magische Erfindungen auf Grund metaphysischer Wissenschaft entstehen würden. Was er in diesem Zusammenhange unter metaphysischer Wissenschaft versteht, ist nicht dasselbe, was Kant und andere darunter verstanden. Wir würden diese Baconsche Metaphysik heute zur gewöhnlichen Physik hinzuschlagen; wir erkennen diese Abgrenzung der beiden Disziplinen gegeneinander nicht mehr an. Bacon denkt hier bei dem Wort Metaphysik an seine berühmten „Formen“. Findet der Mensch den Schlüssel zu diesen Formen, so wird er die Natur zu den gewaltigsten Verwandlungen zwingen können.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß der Geist der chemischen Tatsachen hier entscheidend auf Bacons Formulierungen eingewirkt hat. Vielleicht erklärt sich aus diesem Geiste auch das Hervortreten des Wortes *opus* = Werk in der Baconschen Diktion. Ihm scheinen, wenn er nach dem rechten Vorgehen bei den Experimenten fragt, nicht Versuche vorzuschweben, die nur einmal gemacht werden oder nur dazu mehrmals wiederholt werden, um eine neue Erkenntnis mit aller Sicherheit unter Dach und Fach zu bringen, sondern ihm scheint es darauf anzukommen, daß etwas hergestellt, daß ein Erfolg erzielt wird. Das liegt wohl in dem Worte *opus* = Werk.

Furlani gibt den Eindrücken, welche aus dem Vergleich der Alchemie und der Baconschen Philosophie entspringen, eine spezielle Zuspitzung, indem er eine Gleichung zwischen Erkennen und Handeln hervorhebt, die hier das Gemeinsame, Verbindende sein soll. Die Erkenntnis, meint er, sei für Bacons letztes Ideal meist eine Erkenntnis, durch die man sofort etwas erreicht. Furlani stößt vielleicht dabei in der Interpretation Bacons allzu energisch vor: er setzt nämlich die *causae formales* mit den Mitteln, durch die der Mensch handelt und auf die Dinge einwirkt und sie beherrscht, einfach gleich. Auf solche feineren Fragen können wir erst an späterer Stelle näher eingehen.

Furlani analysiert, um seine Interpretation zu stützen, einige Partien der Jugendschrift Bacons „Valerius Terminus“²⁸. Es finden sich darin Betrachtungen über die Natur menschlicher Experimente. Man müsse einem Menschen, heißt es dort, eine Anweisung geben, eine *full direction*. Diese Anweisung muß erstens Sicherheit besitzen (*certainty*) und zweitens Freiheit

(*liberty*). Sicherheit muß sie besitzen, das heißt: sie muß unfehlbar sein (d. h. also doch offenbar, sie muß einen bestimmten Erfolg erzielen). Freiheit muß sie auch besitzen, das heißt: sie soll alle möglichen Mittel und Wege umfassen, durch welche das, was wir hervorbringen wollen, überhaupt erzeugt werden kann. Beides tritt ein, wenn wir dasjenige zur Erzeugung einer Natur (*nature*) nötige Mittel kennen, das — so interpretiert Furlani den Bacon — ungefähr dem entspricht, was man gewöhnlich *forma* nennt. Wer nicht in der glücklichen Lage ist, eine solche Anweisung für seine Experimente durch andere Personen zu erhalten, muß sie langsam selber finden. Wir versuchen es dann nur erst irgendwie, eine gewisse Natur (*nature*) zu erzeugen. Durch immer erneute und verfeinerte Versuche sollen wir alsdann weiter trachten, unserer „*direction*“ die beiden Eigenschaften der *certainty* und *liberty* zu verschaffen.

Es ist klar, daß mit solchen Ausführungen nicht das Wesentliche getroffen ist, worauf es bei einem echten physikalischen Experiment ankommt. Weit mehr passen solche Ratschläge für die älteren chemischen als für die heutigen physikalischen Experimente. Außerdem zeigt diese Stelle wirklich, im Sinne des Furlani, wie nahe das Interesse der Erkenntnis und das Interesse des Handelns in diesen gedachten Fällen beieinander liegen.

Natürlich sind mit der Hervorkehrung dieser Eigenheiten der Baconischen Philosophie deren Rätsel nicht gelöst, wie Furlani es zu glauben scheint, sondern das Rätsel hat nur von einer neuen Seite her eine recht glückliche Beleuchtung erfahren. Furlani tritt mit dem starken Bewußtsein auf, daß es sich im Zentrum der Baconischen Philosophie um ein Problem handelt, das immer noch der Lösung harret. Er glaubt sie gefunden zu haben. Es gibt eine große „Baconische Grundintuition“, sagt er im Sperrdruck; diese weist „nicht auf die Wissenschaft etwa seiner Zeit oder auf die Philosophie, sondern auf die Alchemie“. Ich glaube aber, daß man die reinere naturwissenschaftliche und echtere philosophische Methodenbesinnung bei Bacon darum nicht unterschätzen darf. Der Ernst des Baconischen Nachdenkens hat die Eindrücke und Anregungen der Alchemie doch wohl zuerst reinigen und sie dann in modifizierter Gestalt mit den übrigen naturwissenschaftlichen und philosophischen Zeitideen in eine originelle Verbindung bringen wollen. Die

Baconsche Philosophie ist eben darum ein höchst merkwürdiger und höchst wertvoller Knotenpunkt in der wissenschaftlichen Geistesgeschichte geworden. Der Renaissancecharakter des Mannes mag auch hier dem ästhetisch-kulturhistorischen Beschauer hindurchschimmern.

Übrigens hat schon 1889 Pierre Janet in lateinischer Sprache in Paris eine Doktorthese über diese Dinge vorgelegt. Sie trägt den Titel: „Baco Verulamius alchemicis philosophis quid debuerit“²⁹.

Aus dem interessanten Material, das Janet zusammengetragen hat, heben wir das Folgende hervor:

Janet nimmt an, daß neben anderem auch der „unnäßige“ Hang Bacons zum Reichtum und zum Gelde ihn zu alchemistischen Interessen getrieben haben dürfte. Diese Interessen waren damals so verbreitet³⁰, daß auch die Königin Elisabeth von England alchemistischen Studien oblag und sich um die Goldfabrikation bemühte. Folgende Ausdrücke in Bacons Diktion sollen auf den Wortschatz der Alchemisten hinweisen: *magia naturalis, externa euthanasia, filum medicale, panis venatio, lampadis translatio, consul paludatus*³¹. Der öfter bei Bacon wiederkehrende Satz „*Natura non nisi parendo vincitur*“ sei altes alchemistisches Glaubensgut. Mit Namen zitiert werden bei Bacon die Alchemisten: Isaak Hollandus (= Basilius Valentinus), Paracelsus und dessen Schüler Petrus Severinus³². Dem König Jacob glaubte Bacon etwas Auszeichnendes, Schmeichelhaftes sagen zu können, indem er ihn mit Hermes Trismegistos, dem sagenhaften Ahnherrn der Alchemisten, verglich. Denn ähnlich jenem Hermes Trismegistos, sagt Bacon, sei König Jacob mit dreifachem Ruhme gekrönt: *potestate regis, illuminatione sacerdotis, eruditione philosophi*³³. Meist freilich zitiert Bacon die Alchemisten, um sie zu tadeln; aber das beweist nicht viel gegen Bacons innere Abhängigkeit von ihnen; er hat sich nur teilweise von ihren Lehren freigemacht, und nur um dieses relativen Fortschrittes willen wendet er sich gegen sie³⁴.

So manche Gifte und Giftwirkungen, Sprengstoffe und Kunststücke, um Augen und Ohren zu täuschen, sind schon den älteren Zeiten bekannt gewesen und wurden in der Apparatur mancher Mysterien verwertet. Solche Dinge hätten auch auf Bacons Phantasie Eindruck gemacht, meint Janet, und einen wesentlichen Teil seines wissenschaftlichen Seelen-

schwungs nahm er davon her, daß er diese Macht und Möglichkeit des Menschengenies zu bewußter Allgemeinheit erheben wollte³⁶. Neben der Hoffnung, Gold machen zu können, tritt bei Bacon auch jene andere auf, daß es Mittel geben müsse, das menschliche Leben zu verlängern. Dem Steine der Weisen wurde ja auch diese Fähigkeit zugeschrieben³⁶.

Janet gelangt zu dem Schlusse, daß man es als ein Verdienst Bacons ansehen dürfe, daß er einiges von den geistigen Traditionen der Alchemie in die offizielle akademische Wissenschaft herübergerettet habe. Denn die größeren Nutzenseziele und manches, was dieser Art von Arbeit an der Natur anhaftete, war lange Zeit als teuflisch verachtet worden. Bacons Verdienst sei eine Ehrenrettung der größeren, auf Nutzen abgestellten wissenschaftlichen Empirie.

Prinzip und Technik der Metallverwandlung stützten sich bei den Alchemisten auf folgendes. Wir müssen hier historisch ein wenig ausholen, um an eine kurze Darstellung der alchemistischen Gesichtspunkte das Eigentümliche der Baconischen Auffassung anknüpfen zu können. Im Platonischen Timaeus wird von einer Materie gesprochen, die von allen Eigenschaften entblößt sei, welche weder Luft noch Feuer noch Wasser noch Erde sei, also keinem Körper, den wir kennen, vergleichbar. Durch Teilnahme an den begrifflichen Formen (Ideen) erst können die genannten bekannten Elemente entstehen. Man weiß, daß ebendiese Lehre auch die des Aristoteles war, der fast nur um Worte darüber mit Platon stritt. Es ist nun klar, daß diese Konstruktion der erfahrbaren Urelemente aus der unerfahrbaren Urmaterie von jenen Philosophen nur metaphysisch gemeint war. Die Alchemisten aber nahmen jene metaphysischen Lehren im größeren Sinne und hielten die Reduktion der erfahrbaren Elemente auf die Urmaterie als etwas technisch Erreichbares. Platon wußte sehr wohl, daß Gold und Silber unverändert durch die verschiedenen Verbindungen hindurchgehen, die sie eingehen können; aber die Alchemisten stellten sich diese Verbindung zwischen der Urmaterie und den Formen (Aristotelisch gesprochen) oder den *Genera-* und *Species-*Begriffen als trennbar vor³⁷.

Als nackte Materie der Philosophen wurde von den Alchemisten bisweilen das Quecksilber angesprochen, jedoch gaben sich die meisten hierin nicht mit dem gewöhnlichen Quecksilber zufrieden, sondern glaubten an ein noch mehr ge-

reinigtes Quecksilber, frei von allen Flecken der Materialität, das dann das philosophische Quecksilber heißen sollte. Um dies zu gewinnen, mußte man in den Öfen dem gewöhnlichen Quecksilber oder auch anderen Metallen, sehr energisch zu Leibe gehen. Wiederholte Verbrennungen, wiederholte Oxydation und darauf wieder eintretende Metallreduktion sollten dem gewöhnlichen Quecksilber die Qualität des Flüssigen wegnehmen³⁸.

Nachdem, wie man hoffte, die Urmaterie — oder wenigstens das Metall an sich, das philosophische Quecksilber — in den alchemistischen Öfen bereitet war, mußte sie nunmehr diejenigen Zusätze bekommen, die sie zu Silber oder auch Gold machte. Man mußte sie also einfach färben; das war wohl praktisch das Wesentliche. Daher hieß denn auch dieser letzte Akt der Goldbereitung Xanthosis (ξανθός = goldgelb), und die Silberbereitung hieß entsprechend Leukosis. Alle alten Färbemittel der Ägypter wurden versucht. Die Ehrlicheren fanden, daß diese Mittel alle nicht genügten; es wurde daher weiter gesucht, und man nannte das, was man suchte, den Stein der Weisen. Es traten inzwischen freilich auch immer wieder tieferblickende Persönlichkeiten auf, welche den Grundirrtum in diesem Suchen erkannten. Berthelot zitiert in dieser Hinsicht Avicenna und Albert den Großen³⁹. Ihre kluge Einsicht wäre letzthin so zu formulieren, daß sie erkannten: alle jene Veränderungen der Materialität der Dinge, die man damals kannte, gingen nicht tief genug, so daß für das erstrebte Ziel, selbst wenn es theoretisch nicht ganz falsch gestellt wäre, doch die passenden Mittel in ebendieser Hinsicht fehlten.

Dies ist nun auch der Punkt, in dem Bacon mit seinem Programme einsetzt. Er hält die Aufgabe, Gold zu machen, für lösbar. Aber er will nicht nach dem Stein der Weisen suchen, das ist ihm ein zu grob empirischer Weg; er will durch Experiment und Philosophie die Formen erst besser kennenlernen. Wären die Formen nur erst richtig verstanden und erklärt, so wären sie auch beherrschbar, — und für diesen Fall bezweifelt auch Bacon nicht, daß die nackte Materie für das Spiel der Formen nur eine *quantité négligeable* sein würde⁴⁰.

In diesem Sinne gewinnen seine Worte ein besonderes Gewicht und eine sehr bestimmte Bedeutung: „Man muß die Trennung und Lösung der Körper nicht durch das

Feuer, sondern durch die Vernunft und die wahre Induktion herbeiführen⁴¹."

Die Rolle der Formenlehre in diesem Zusammenhang aber faßt Janet in die Worte zusammen: „*Bacon . . . metaphysice dixit, quod alchemistae empirico sensu intelligebant.*“ Bacon habe die alchemistischen grob-realen Forschungsziele in die hohe Wissenschaft der Philosophie hinübergeworfen und sie so gerettet und zu Ehren gebracht⁴². Auch drückt sich Janet, indem er den aus der Antike stammenden systematischen Gehalt dieses Verhältnisses herauszieht, an anderer Stelle folgendermaßen aus: Bacon habe der γένος- bzw. Formen- und Ideenlehre der alten Philosophie eine praktische Anwendbarkeit im Umgang des Menschen mit der Natur geben wollen, indem er jenes Aristotelische γένος, das ursprünglich nur der theoretischen Erklärung des Seienden habe dienen sollen, zu einem praktisch anwendbaren „*principium generandi*“, ja fast zu einer „*causa effectiva*“ machte. Hierin kommt er demnach auch mit der Ansicht des Furlani überein, und er formuliert seinerseits die Baconische Gleichsetzung von Wissen und Können in dem Satze: „*Quo res explicari poterat, idem res producere posse contendit.*“ Er zitiert dazu den Satz Bacons: „*. . . Qui formam aliquam novit, novit etiam ultimam possibilitatem superinducendi naturam illam in omnigenam materiam . . .*“⁴³

Wir fügen zu der Reihe der Ausführungen, die wir in diesem Kapitel gegeben haben, jetzt eine kurze Charakteristik der Stellungnahme des deutschen Philosophen und Logikers Sigwart hinzu. Es kommt uns hier natürlich keineswegs auf irgendwelche literaturgeschichtliche Vollständigkeit an, sondern auf eine Beleuchtung des Philosophen und seines Werkes von vielen ganz verschiedenen Seiten, wobei Deutlichkeit, Reichtum, Lebendigkeit und auch eine gewisse knappe Kürze angestrebt werden mußten.

Sigwart gilt als ein Mann, der eine Mittelstellung einnahm, und zwar eine Mittelstellung zwischen Kuno Fischer, der Bacon hochschätzt, und Liebig, der ihn ganz schlecht macht. Ich finde aber, daß Sigwart noch viel zu hart und ungünstig über Bacon urteilt⁴⁴. Sigwart tadelt Bacon, insofern Bacon auf den Namen eines Philosophen Anspruch erhebt, und er entschuldigt ihn, sofern er in den Naturwissenschaften Irrtümer beging und Unkenntnisse merken ließ. „Es ist gerade der methodische, logische Teil seines Werkes der schwächste

von allen“, sagt Sigwart. Zum Ausgleich will dann Sigwart Bacon als einen für die zeitgemäße Entwicklung der Wissenschaften weise vorgehenden Staatsmann feiern. Auch billigt er ihm literarische Verdienste und Wirkungen von solcher Art zu, wie sie auf Grund der Gabe einer lebhaften Phantasie entstehen können, nämlich Verdienste um die Kristallisierung des vorhandenen Gedankenstoffs und um die Beschwingung des allgemeinen Denkens in dieser bereits gegebenen Richtung. Weder logische Schärfe noch Tiefe der Ideen besitze Bacon, wohl aber eine außerordentlich lebhaft und bewegliche „Imagination“. Diese Grundrichtung des Geistes habe ihn für andere Zwecke „verdorben“, nämlich für die nüchterne Erforschung der Natur sowohl als für abstraktes philosophisches Denken. Nur die „glänzenden Nebelbilder seiner Hoffnungen“ begründeten sein Verdienst und seinen Erfolg. — Die alte Wissenschaft, sagt Sigwart, war trotz einiger mutiger Neuerer noch nicht vernichtet. Von seiner hohen Stellung aus habe Bacon viel vermocht, um dem neuen Geist durch kräftiges Eintreten für ihn die Wege zu ebnen und die Trägheit der alten Einrichtungen und Traditionen, die dem Neuen naturnotwendig noch eine Zeit lang ungünstig blieben, zu überwinden. — Aber das heißt denn doch, die Bedeutung Bacons nur auf einer sehr niedrigen Stufe anerkennen⁴⁵.

Auch der Hegelianisch gerichtete deutsche Gelehrte L a s s o n war nicht sehr günstig gegen Bacon gestimmt, hat aber seine psychologische Auffassung von Bacons Wesen und von Bacons Wirkung auf eine kurze Formel gebracht, die mitzuteilen sich lohnt: „Er (Bacon) liebte alles, was einen Schein von Größe hat. So kann er auch wohl die Größe der Wissenschaften hin und wieder betonen.“ Daß Bacon die Größe der Wissenschaft hin und wieder betont, fällt L a s s o n auf; denn im allgemeinen hat ja Bacon gefunden, daß die Wissenschaften in einem abscheulichen Zustande seien, aus dem er sie zu befreien sich berufen glaubte. Diese allgemeine Liebe zu allem, was Größe hat, habe Bacon in seine Schriften hineingesenkt. Darauf beruhe seine Wirkung⁴⁶.

Leibniz hat einen sehr großen Eindruck von den Baconschen Schriften empfangen. Ohne daß er diesen Eindruck auf bestimmte Gründe, d. h. auf bestimmte, konkret angebbare Leistungen des Bacon reduziert, spricht er ihn

in folgenden Sätzen aus⁴⁷: „Wer ist scharfsinniger als Descartes in der Physik, als Hobbes in der Moral? Aber wenn man den ersteren mit Bacon, den letzteren mit Campanella vergleicht, so wird es offenbar, daß jene am Boden kriechen, diese durch die Größe ihrer Gedanken, ihrer Pläne, ja ihrer Destinationen in die Wolken sich erheben und Dinge ins Werk setzen, die beinahe die Macht des Menschen übersteigen.“

Über Bacons Beredsamkeit herrscht nur ein Urteil, in das alle einstimmen⁴⁸. „*Il n'y a rien dans la prose anglaise de supérieur à sa diction*“, sagt Taine. „Niemand in England“, sagt Church, „hatte vor ihm in dem hohen Grad wie er das Vermögen, zu sagen, was er sagen wollte, und genau so, wie er es sagen wollte. Niemand lebte so wenig von der Gnade konventioneller Sprache oder banaler Rhetorik.“ Schopenhauer nennt Bacon unter den Wenigen, welche selbst in einer fremden Sprache, im Lateinischen nämlich, fähig waren, einen eigenen Stil zu haben. Die meisten, welche in einer ihnen fremden Sprache schreiben, gleichen im Stile den toten Masken, sagt Schopenhauer; nur ein sehr starker Selbstdenker vermag auch in einer fremden Sprache eigenen Stil zu haben. Dahin rechnet er Bacon⁴⁹.

Das Problem der geschichtlichen Rolle und Bedeutung der wissenschaftlichen Persönlichkeit Bacons dürfte aus der Reihe dieser mannigfachen Spiegelungen derselben in den Äußerungen von Männern der späteren Jahrhunderte sich fast von selber geklärt haben⁵⁰.

Aber dieses Problem hat als solches bereits auch seine Literatur. Man hat darüber gestritten, ob Bacon faktisch eine Wirkung ausgeübt habe, und in welcher Zeitepoche er sie wohl am meisten gehabt habe.

Montucla hat als erster behauptet, daß Bacons kontinentaler Ruhm erst seit der französischen Enzyklopädie datiere. Dies ist nicht richtig, ist aber vielfach nachgesprochen worden. Auf Montuclas Behauptung hat z. B. Stewart gefußt. Auch Liebig hat dann diese Behauptung wiederholt. Die auf dieser Tradition fußenden Schriftsteller behaupten gewöhnlich, daß erst die Zeit der Herausgabe der großen französischen Enzyklopädie mit ihrem extrem naturalistischen Wirklichkeitsgeiste sich Bacons erinnert und ihn berühmt gemacht habe.

Heußler widerspricht dem mit Recht. Er hält es für innerlich unmöglich, daß ein solches Werk wie das *Novum Organum* ohne direkten historischen Einfluß geblieben sein könnte. Allerdings lasse sich dieser historische Einfluß nicht mit dem Reagenzglas nachweisen, da vermutlich das Wichtigste davon sich in Imponderabilien verbreitet habe und nicht auf das Sichtbare eingeschränkt werden dürfe, wenn man sich eine Meinung darüber bilden will. Das Buch „*Britannia Baconica*“ von Childrey (1661) beweise in dieser Hinsicht mehr, als viele Gelehrten-Hinweise auf Bacon. Die Gründung der Royal Society in England stehe im Zusammenhang mit dem Salomonischen Hause in der *Nova Atlantis*⁵¹.

Dies Urteil Heußlers, das innerlich von vornherein die größte Wahrscheinlichkeit in sich trug, ist neuerdings durch sorgfältige Untersuchungen bestätigt worden. In der *Revue de Philosophie* von 1914 hat Pierre Florian ausführliche Forschungen aus den Akten der englischen Royal Society und aus anderen Quellen jener Zeit veröffentlicht⁵². Man gewinnt aus diesen Schilderungen den Eindruck, daß jene englischen Gelehrtenkreise zwar ihre durchaus gediegenen Forschungen im Sinne jenes echt naturwissenschaftlichen Geistes getrieben haben, den Bacon nicht verstand und teilweise bekämpfte, daß sie aber nichtsdestoweniger dabei fleißig Bacon gelesen haben und aus ihm sich das Nützliche und Verständliche herausgesucht haben, das sie gebrauchen konnten. Oft auch mögen sie in pedantischer Weise die Tafelvorschriften des Bacon ausgeführt haben, während sie innerlich ihre Forschungswege in weit gediegenerer Weise zu finden wußten. Ein entschiedener und spezifisch Baconischer Einfluß könnte darin stattgefunden haben, daß sie ihre Forschungen in größter Breite auf alle Gebiete der Natur auszudehnen strebten, auch auf solche Gebiete, die nach der Entwicklung der strengeren, sozusagen apriorischen Ideen noch nicht zur Bearbeitung reif waren. Auf geisteswissenschaftliche Probleme hat man in jenen Kreisen die Baconische Methode gar nicht angewendet, obwohl sie doch von ihrem Urheber auch für diese bestimmt war. Kurz, der eigentlich treibende Wind kam von anderer Seite her, aber Bacon wurde gelesen und half das heilsame Feuer mit unterhalten. Der treibende Wind kam aus der Praxis des Betriebs der echten Naturwissenschaften; dieser Betrieb trägt seine

Prinzipien immanent in sich, auch ohne daß sie formuliert werden. Sie werden oft nur gefühlsmäßig von diesen Forschern angewendet. Wer als Philosophiehistoriker die Sache von außen betrachtete, pflegte zu fragen: ob in England in jenen Kreisen die Gassendischen oder Descartischen Gedanken zur Herrschaft gelangt seien; so fragten auch die französischen Zeitgenossen jener Epoche. Descartes und Gassendi wurden jedoch in England wenig gelesen; aber was diese Philosophen von den Voraussetzungen der Naturforschung formuliert hatten, fand der damalige Naturforscher in der Naturforschung selbst hinreichend wirksam und lebendig und konnte es dieser direkteren Quelle selbst entnehmen.

Es war der Franzose Sorbière, der damals England bereiste, ohne übrigens die englische Sprache zu kennen, und der in Frankreich nach seiner Rückkehr berichtete, daß die englischen Gelehrten in Schüler Gassendis und in Schüler Descartes eingeteilt werden könnten. Dies hat dazu beigetragen, in der französischen Geschichtsauffassung eine Zeitlang Irrtümer zu begünstigen, obwohl der Engländer Sprat, ein damaliges Mitglied der Royal Society, dem Sorbière sogleich lebhaft widersprochen hatte.

Aus den Akten der Royal Society sei der Beschluß aus einer Tagung der Gesellschaft erwähnt: man wolle die Bäume, die Metalle, die Temperatur, das Pulver und den Wein studieren. Das klingt Baconisch.

Erst im Laufe der Jahre fand in diesen Kreisen eine Befreundung mit den französischen philosophischen Theoretikern der modernen Naturwissenschaft statt. Sprat, den wir soeben erwähnten, tadelt noch den Descartes, daß er viel zu spekulativ sei. Später suchte man die Descartessche Lehre der Baconischen unterzuordnen. Man suchte nämlich bei Descartes die Experimente und Beobachtungen nachzuweisen, die seinen Spekulationen als Ausgangspunkte gedient hatten⁵³.

Boyle schließlich, der von 1627—1691 lebte, ging in den späteren Jahrzehnten des Bestehens der Gesellschaft noch einen Schritt weiter, indem er Descartes und Gassendi mit folgenden Worten lobt: „Ich habe mich absichtlich anfänglich enthalten, die Werke dieser Männer mit Ernst und mit methodischer Sorgfalt zu lesen, oder sie ebenso angestrengt zu lesen, wie ich das *Novum Organum* von Sir Francis

Bacon gelesen habe, — um durch keine Theorie und keine Prinzipien voreingenommen zu sein, ehe nicht einige Zeit verstrichen wäre, in der ich mich bemühte, das zu sehen, was mich die Dinge selbst lehren könnten. Aber jetzt finde ich dennoch, nachdem ich mich an die Lektüre der vortrefflichen Werke gemacht habe, auf Grund des wenigen, was ich davon schon gelesen habe, daß, wenn ich sie studiert hätte, ehe ich anfang zu schreiben . . . ich viele Dinge viel besser hätte ausdrücken können, als ich es getan habe.“

Für die äußere Geschichte der Wissenschaften hat die englische Royal Society eine beträchtliche Bedeutung gehabt. Sie ist im Jahre 1645 ins Leben gerufen. Den Gedanken, daß eine solche Gründung wünschenswert sei, hat, wie bereits erwähnt wurde, Francis Bacon in seinem kurzen, romanhaften Werkchen *Nova Atlantis* geäußert. Die Verleihung der Korporationsrechte an die Gesellschaft erfolgte im Jahre 1662. Das Hauptgewicht wurde nicht auf Vorträge, sondern auf Versuche und Demonstrationen gelegt, welche die Entdecker im Beisein der anderen Mitglieder zu wiederholen hatten. Seit 1664 erschienen die Sitzungsberichte der Gesellschaft im Druck und gelten heute als eine wichtige Quelle für die Geschichte der Wissenschaften. Isaac Newton (1643—1727) war ein Mitglied dieser Gesellschaft.

So dürfte es also als erwiesen gelten können, daß Francis Bacon zu allen Zeiten einen bedeutenden Eindruck auf viele Männer der Wissenschaft gemacht hat, wenn auch nicht ohne Ausnahme auf alle²⁴.

In den 1880er Jahren ist die verblüffende Behauptung aufgestellt worden: Bacon sei mit Shakespeare identisch. Über diese Frage sind daraufhin in allen Ländern der Welt Berge von Büchern geschrieben worden. Heute gilt diese Behauptung als erledigt. Vor allem aus psychologischen Gründen erscheint es heute jedem, der sich näher mit der Geistesart der Baconschen Schriften vertraut macht, als ganz unmöglich, daß dieser philosophische Schriftsteller zugleich ein vollkommener Dichter gewesen sein könnte. Sein bestimmtes, vielfältig und deutlich ausgesprochenes Verhältnis zur Dichtung, seine gelegentliche intellektuelle Pedanterie und Umständlichkeit und andere Züge dieser Art machen dies zu einer Unmöglichkeit. Nietzsche hat sich gelegentlich zugunsten der Shakespeare-Bacon-Hypo-

thesen geäußert, nur weil es ihm darum zu tun war, an diesem Exempel zu illustrieren, was alles zugleich bei einem vollkommen genialen Menschen möglich sei. Auf diese Kontroverse heute im Ernste und ausführlich noch von neuem zurückzukommen, wäre unangemessen⁵⁵.

III. DIE LOGIK BACONS

1. ERKENNTNISTHEORIE, IDOLE, ANTIZIPATION UND INTERPRETATION

Ehe wir die eigentliche Logik Bacons darstellen, dürfte es sich empfehlen, mit einer Charakteristik des erkenntnistheoretischen Standpunktes unseres Philosophen zu beginnen.

Nur in einer leichten Wendung der Worte deutet Bacon an einer Stelle des *Novum Organum* an, daß er nichts dagegen habe, wenn man mit dem Zweifel beginne⁵⁶. Sein eigener Weg, soweit wir ihn in seinen Schriften wiedererkennen, hat nie und nirgends den Charakter des antiken Skeptizismus gehabt, und man dürfte ihn auch kaum mit dem des Descartes vergleichen, dessen „*De omnibus dubitandum est*“ eine sehr feierliche Gebärde und zugleich ein vollwertiges Glied im Gange seiner Argumentation sein soll. „Jene“, sagt Bacon von den alten Skeptikern, „haben das Ansehen der Sinne und des Verstandes zerstört; ich dagegen suche und bereite diesen Hilfe.“

Bacon verurteilt in gleicher Weise die radikalen Skeptiker wie die voreiligen Systembildner unter den Philosophen, die wir heute mit Kant die dogmatischen Philosophen nennen würden. „Jene Philosophenschulen, welche einfach bei der Zurückhaltung des Urteils verharren, standen nicht hinter jenen zurück, welche in ihren Behauptungen sich alle Freiheiten erlaubten⁵⁷.“

Nun wird man freilich vergeblich bei Bacon eine philosophische Begründung der Möglichkeit adäquater Erkenntnis suchen. Es ist, als ob ein energischer Glaube an die Möglichkeit der Erkenntnis ihn forttrisse und er beinahe gewalttätig um sich schlug, sobald er sich dabei von philosophischen Querfragen bedrängt fühlte. Man hat sein Verhalten in dieser Hinsicht vielfach als Oberflächlichkeit beurteilt, gleich als ob er die feineren Probleme, an denen sich andere abarbeiteten, gar nicht zu sehen vermocht hätte. Es wäre aber auch möglich, sein Verhalten als eine gesunde Art

von geistiger Energie zu bewerten und diese Energie immer noch als philosophisch anzuerkennen, obgleich ihre Ziele und ihre Blindheiten im Abwehren störender Gesichtspunkte andere sind als die anderer Systembildner. Denn das bleibt wahr und wesentlich: jede im strengen Sinne erkenntnistheoretische Problemstellung lag Bacon fern. Das Bild der Philosophiegeschichte erschiene uns aber als ärmer und einfältiger, wenn eben die Tat des Baconschen Geistes darin fehlen würde.

Natürlich kann er nicht umhin, hier und da einmal von der Erkenntnistätigkeit der Sinne und des Verstandes zu sprechen. Aber er scheint in diesen Dingen mit einer geradezu geflissentlichen Naivität zu reden; er greift gläubig nach den ersten besten erkenntnistheoretischen Vorstellungen, die sich darbieten, gleich als ob er meinte, daß auch durch haarspaltendes Nachdenken auf diesem Gebiete die tiefsten Rätsel nicht besser gelöst, und als ob die verständige Stellung und Haltung des gesunden und erfolgreichen Forschergeistes dadurch nur gefährdet werden könnte. Man möchte fast sagen: seine erkenntnistheoretischen Äußerungen haben etwas Burschikoses⁸⁸.

Am charakteristischsten für diese seine Art ist wohl jener Ausspruch von der legitimen Ehe zwischen der Vernunft und den Dingen, die Bacon durch seine Methode begründen will. Einiges sollen dabei die Dinge selbst, anderes soll der Verstand des Menschen zu übernehmen haben (nämlich durch das Verfahren der Induktion, während die angeborenen Ideen abgelehnt werden), und „so meine ich“, sagt er dann, „das gemeinsame Brautbett für den Geist und die Welt unter dem ehestiftenden Schutz der göttlichen Liebe bereitet und geschmückt zu haben“⁸⁹.

Das Verfahren der Induktion, das also eine aktive Kraft im Baconschen Erkenntnisprozeß sein soll und durch dessen aktiven Charakter Bacons Ansicht jedenfalls von der des extremen Sensualismus getrennt bleibt, wird aus irgendwelchen substanziellen Quellen des Geistes nicht weiter abgeleitet. Dies ist es, was die moderne, erkenntnistheoretische Problemstellung bei Bacon am meisten vermißt. Man könnte sich nach seiten einer ärmeren Auslegung hin vorstellen, daß das Baconsche Verfahren der Induktion eine rein formale und funktionale Leistung des Geistes sei; und es bliebe dann zweifelhaft, ob diese geistige Funktion in die Erkennt-

nisresultate etwas hineinbringt, was sich darin als eigener neuer Bestandteil nachweisen ließe. Bacon spricht oft so, als ob selbst die abstraktesten philosophischen Begriffe einer empirischen Legitimation fähig und bedürftig wären. In diesem Sinne sagt Bacon: „Das Allgemeinste tritt . . . nicht in selbstgemachten Begriffen auf, sondern wohlbegrenzt und so, wie es die Natur als ihr zugehörig anerkennt und wie es den Dingen im Marke steckt⁶⁰.“ Gleich darauf heißt es in ganz ähnlichem Sinne: „Was aber die obersten Begriffe des Verstandes anbelangt, so ist mir alles, was der Verstand in seiner Isolierung sich ausgedacht hat, verdächtig; ich erkenne es nicht an, bevor es sich nicht einer neuen Untersuchung unterworfen hat, und nur so, wie da der Spruch gefällt werden wird.“

Die Unterstützung, welche der natürliche Verstand durch die Baconsche Induktionsmethode erhalten soll, wird der Darreichung eines Lineals und eines Zirkels verglichen an jemand, der aus freier Hand nur schlecht eine gerade Linie oder einen Kreis zeichnen könnte. An dieser Stelle finden wir wieder eine charakteristische, etwas oberflächliche erkenntnistheoretische Redensart: „*ut scilicet mens fiat per artem rebus par*.“ Der Verstand soll den Dingen gleich werden, oder vielleicht sollen wir besser übersetzen: „den Dingen gewachsen werden“? Ein Franzose übersetzt: „Der Verstand soll auf das Niveau der Dinge selbst gebracht werden⁶¹.“

Neben den Wendungen, welche einige Ausleger verleiten konnten, Bacon als realistischen Rationalisten in der Außenweltsfrage hinzustellen und gar von einer letzten Identität von Denken und Sein bei ihm zu sprechen⁶², finden sich auch Wendungen, welche eine gewisse Restriktion hinsichtlich des dem Menschen Erreichbaren an Erkenntnis machen. So heißt es gegen Ende der Vorrede von *De Dignitate*: „Wir bitten die Menschen, guten Mutes bei unserer Instauratio zu sein und sich keine falsche Vorstellung von ihr zu machen, als ginge sie auf etwas Unendliches und jenseits des sterblichen Menschen Liegendes (*ultra mortale*); denn sie ist in Wahrheit nur das Ende unendlichen Irrtums und seine rechtmäßige Grenze (*cum revera sit infiniti erroris finis et terminus legitimus*)“. Restringierend-kritisch ist auch der Satz: Keine Erkenntnis sei dem Menschen möglich, die nicht in der Ähnlichkeit der Dinge ihren Grund hätte;

daher sei eine natürliche Erkenntnis der göttlichen Dinge unmöglich, da Gott nur sich selbst ähnlich sei⁶³. — Auch hat Bacon gewisse Schwierigkeiten in der Erkenntnis des Unendlichen gefunden, über die wir im Zusammenhang der *idola tribus* sprechen werden und die die Grenzen des Menschlichen in Hinsicht der Erkenntnismöglichkeiten an einer wichtigen, ganz bestimmt zu bezeichnenden Stelle sichtbar machen.

Zu loben ist, daß all dergleichen Dinge mit kurzen und kräftigen Worten so von Bacon hingestellt werden, wie er sie sieht; viel Netzwerke von Deduktionen und Analysen werden nicht darüber geflochten; und so hat man zwar nicht einen Eindruck von strengen wissenschaftlichen Entwicklungen (die ja übrigens auch oft trügerisch sind), wohl aber meist von einer verständigen Plausibilität und manchmal sogar von einem glücklichen und kühnen momentweisen Sehen sehr tiefer und wahrer Verhältnisse.

Soweit von einer bestimmten Auffassung der einzelnen Momente und Phasen des Erkenntnisprozesses bei Bacon gesprochen werden kann, so wiederholt er zunächst die schon aus dem Altertum und der Spätscholastik überlieferten naheliegenden Phrasen vom Beginne mit dem Sinnlichen. „Alle Erklärung der Natur beginnt mit der sinnlichen Wahrnehmung“⁶⁴. Indessen, heißt es, „auch die Auskunft der Sinne prüfe ich auf vielfache Art; denn die Sinne täuschen wohl, aber sie zeigen ihre Irrtümer auch an.“ Vor allem sind die Experimente dazu da, um die Angaben der Sinne zu prüfen, zu korrigieren und zu ergänzen. Natürlich ist zuletzt die Aufnahme des Resultates eines Experiments uns wieder durch die Sinne vermittelt. Dieses etwas verwinkelte Verhältnis beschreibt Bacon an wiederholten Stellen durch die Worte: „Ich richte die Sache so ein, daß der Sinn nur über den Versuch, der Versuch aber über die Sache das Urteil fällt“⁶⁵. Natürlich ist mit dieser witzigen Beschreibung nichts wirklich aufgeklärt, was uns zu durchschauen wünschenswert sein könnte.

Es leuchtet ein, daß bei derartig leicht hingeworfenen Sätzen über erkenntnistheoretische Fragen eine präzise Deutung der Baconschen Lehre an der Hand heutiger Begriffe und Problemstellungen fast unmöglich ist. Würde man ihn z. B. gefragt haben, ob die Vernunft angebbare selbständige Prinzipien enthalte, die sie zum gegebenen Material der Sinne

hinzubringe, so hätte sich Bacon erst besinnen müssen, welche Wendung er nehmen solle. Nach dem, was wir bei ihm lesen, würde er sie allerdings wohl verneint haben. Doch dürfen wir Bacon darum doch keinesfalls so auslegen, als ob das, was Kant später die Mitarbeit des rationalen Verstandes bei der Erfahrungsarbeit genannt hat, bei Bacon abgeschnitten wäre; es wird dieser Teil des Prozesses oder diese besondere Kraft in dem Prozesse nur nicht in der Weise isoliert und gedeutet, wie Kant es tut. Vor einer allzu rigorosen Kontrastierung des „Empiristen“ Bacon gegen Kant wird man sich daher hüten müssen. „Es muß“, sagt Bacon, „eine Sichtung und Zersetzung der Natur stattfinden, nicht durch das elementare Feuer, sondern durch den Verstand, der gleichsam das göttliche Feuer ist.“ „Wir wollen“, sagt er⁶⁶, „zwischen Erfahrung und Vernunft jene unselige Scheidung aufheben, die alle menschlichen Angelegenheiten verwirrt hat, und für ewige Zeiten eine wahrhafte und gesetzmäßige Verbindung stiften.“ „Alle, die bis jetzt die Wissenschaften betrieben haben, waren entweder Empiriker oder Dogmatiker. Die Empiriker sind wie die Ameisen, die viel brauchbares Material zusammentragen, die Vernünftler sind wie die Spinnen, die aus sich heraus ein Gewebe zusammenfügen.“ Wir aber wollen den Bienen gleichen. Diese ziehen aus Gärten und Wiesen ihr Material und sichten und ordnen dies Material dann aus eigener Kraft. „So müssen auch, was bisher nicht geschehen, Erfahrung und Vernunft ein unverletzliches Bündnis eingehen, um dem trostlosen Zustande der Wissenschaft ein Ende zu machen.“

Bei der großartigen Undeutlichkeit fast aller Äußerungen Bacons über diese erkenntnistheoretischen Fragen — wenn man sie so nimmt, wie sie sonst genommen zu werden pflegen —, dürfen wir wohl zu der These zurückkehren, mit der wir diese Betrachtungen einleiteten: daß Bacon vielleicht kein Erkenntnistheoretiker hat sein wollen. Als charakteristische Wendung gegen ein allzulanges Verweilen bei Fragen der Logik und Erkenntnistheorie erklingen bei ihm die Worte: „Das Putzen des Spiegels nützt nichts, wenn die Bilder fehlen, und man muß den passenden Stoff dem Geiste gewähren und nicht bloß zuverlässige Hilfsmittel beschaffen.“ Daher dringt denn Bacon darauf, daß möglichst bald und energisch an den Stoff der Erfahrung herangetreten werde: „Diese Arbeit der Untersuchung und Durchwande-

rung der Welt kann von keinem scharfsinnigen Nachdenken und Beweisen ersetzt . . . werden⁶⁷."

Wenn es erlaubt wäre, hier ein Argument zu interpolieren, das freilich Bacon selbst niemals ausgesprochen hat, so würde ich es wagen, seiner Art von geistiger Haltung und geistigem Instinkt folgendes Mittelglied seiner Schlüsse zuzutrauen: Würde nicht eine Erkenntnistheorie, welche den Boden aller Wissenschaft vorbereiten sollte, jenen voreiligen dogmatischen Philosophien, die Bacon bekämpft, so ähnlich sehen wie ein Ei dem andern? Wenn die Projekte über die letzten abschließenden Kuppeln des Tempels der Wissenschaften vermieden werden sollen, solange man baut, müssen dann nicht ebenso die abschließenden Arbeiten an den Fundamenten hinausgeschoben werden? Warum denn sonst eifert Bacon so sehr gegen die Methode der Antizipationen, warum dringt er so sehr darauf, daß sich der Fortschritt der Erkenntnisse in einer mittleren Region halten müsse, wenn er nun selbst es wagen könnte, über das letzte Grundverhältnis des Denkens zum Sein eine Philosophie aufzustellen?

Nichtsdestoweniger findet man in Bacons Werken sehr bestimmte Äußerungen über allerlei Weltanschauungsfragen, z. B. über die Stellung der Philosophie zur Religion. Aber dies ist dann sozusagen nur ganz schlicht aus dem gewöhnlichen Bewußtsein hergenommen, ohne daß irgendwelcher wissenschaftlicher Scharfsinn darauf verwendet würde. Wollte man dies einen verhüllten philosophischen Skeptizismus nennen, so wäre immer noch festzuhalten, daß Bacon sich nicht skeptischer gegen Gott als gegen die Atomistik gestellt hat, und daß er von nicht minder tiefem und entschlossenem Mißtrauen gegen den Skeptizismus als System erfüllt war.

Statt dessen glaube ich, daß er so stark von dem Positiven ergriffen war, das ihm an Erkenntnishoffnungen voranleuchtete, daß es ihm gar nicht lag, sich lange bei der Erörterung der leerbleibenden Räume (der *terrae incognitae* der Erkenntnis oder des *ignorabimus*, wie man heute sagt) aufzuhalten. Vielleicht wäre ihm ein längeres Verweilen bei dem Unerkennbaren schon als eine Gefahr verkehrt angefangener Spekulation erschienen. Anstatt dessen glaubte er genug zu tun, vor der Überstürzung beim Vormarsch zu warnen.

Doch mag dieser Auslegungsversuch nur als eine Möglichkeit hingenommen werden; es handelt sich bei ihm mehr um

eine Analyse und Aufdeckung der Motive seiner geistigen Instinkte als seines bewußten Denkens.

Ehe wir nun die Erkenntnistheorie verlassen und zur eigentlichen Logik Bacons übergehen, wollen wir noch seine Lehre vom Experiment erwähnen. Die Anwendung des Experiments hat naturgemäß ihre Stelle zwischen den Sinnen und dem Verstande; Bacon scheint es mehr auf die Seite der Sinne zu stellen; die Resultate des Experiments würden für den Verstand nur ein Material sein, das in die Instanzentafeln seiner Induktion einzutragen wäre. Hieraus allein geht schon hervor, daß eine tiefere Theorie des Experiments bei ihm nicht zu erwarten ist, so sehr er es auch anpreist und es auch selbst benutzt hat.

Bacon stellt das Experiment den sinnesverschärfenden Instrumenten zur Seite, und er stellt es ihnen als das bessere gegenüber. Damit dürfte er recht haben, daß die Experimente noch sehr viel wertvoller und ergiebiger sind als die sinnesverschärfenden Instrumente. „Nicht Instrumente, sondern Experimente benutze ich. Denn die Feinheit der Versuche übertrifft die der Sinne, wenn sie von guten Instrumenten unterstützt werden. Ich meine die Versuche, die für einen bestimmten Zweck mit Umsicht und Geschick erdacht und ausgeführt werden⁶⁸.“

Das Eigentümlichste an Bacons Auffassung vom Experiment würde darin liegen, daß er vielleicht das Bedrängen der Natur, gleich als ob ihr durch Gewalt ein Geständnis abgelockt werden sollte, für eine besonders glückliche Möglichkeit angesehen hat, die im Experimente lag. Wir können die Möglichkeit dieser Auffassung allerdings nur durch ein paar Zitate belegen, in denen von der Induktion gesprochen wird. Es muß daher unbestimmt bleiben, in welchem Maße Bacon eine solche Anschauung speziell mit dem Begriffe des Experiments verbunden hat. Es liegt für uns sehr nahe, uns mehr das Experiment als das Tafelverfahren als den Bedränger der Natur vorzustellen; aber ob Bacon es so verstanden wissen will, mag offen bleiben.

An einer Stelle sagt er: „Ich halte die Induktion für diejenige Beweisart, welche den Sinn stützt und die Natur bedrängt⁶⁹.“ Ein andermal heißt es: „Wie man die natürliche Gemütsart eines Menschen nur erkennt und auf die Probe stellt, wenn man sie erregt und herausfordert, wie Proteus einst seine Gestalten nur wechselte, wenn man ihn fesselte

und gebunden festhielt, so offenbart sich auch die Natur weit deutlicher, wenn man ihr kunstgerecht Zwang antut, als wenn man sie frei sich selbst überläßt⁷⁰."

Eine eigentliche Definition des Experimentes selbst findet sich im *Novum Organum*; sie ist aber etwas zu weit und läßt das Charakteristische, an das wir soeben dachten, völlig aus: „*Experientia, si occurrat, casus; si quaesita sit, experimentum nominatur*“⁷¹.

An den Wortlaut solcher Stellen anknüpfend, will Walter Schmidt noch nicht einmal zugeben, daß die häufig von Bacon gebrauchten Worte *vezata, constricta natura* irgendwie die Aktivität des Menschen charakterisieren sollten. Schmidt meint, daß diese Begriffe ebensowohl auf Beispiele der bloßen Beobachtung anzuwenden seien. Ich glaube, daß er recht hat, daß aber gleichzeitig wohl auch der richtigere, schärfere Begriff des Experiments in Bacons Geist neben jenem allzu weiten lebendig gewesen ist. Die letzte volle Schärfe und Deutlichkeit im Sinne Schmidts hat hier wohl bei Bacon gefehlt; es fragt sich aber, wieviel an ihr gelegen ist, da ja auch in dieser Sache allerhand Übergangstypen vorkommen. Es werden indessen bei Bacon nicht wenige Experimente beschrieben, die auch den modernen schärferen Begriffen vom Experiment durchaus entsprechen, z. B. ein Experiment über die Schwerkraft, ein solches über die Berechnung des spezifischen Gewichts der Gase, eins über das Barometer⁷².

Wir gehen nun zur Darstellung der eigentlichen Logik Bacons über.

Das *Novum Organum* besteht aus zwei Büchern. Das erste Buch enthält hauptsächlich eine negative Lehre, nämlich die Warnung vor den üblichen Fehlern in den Wissenschaften; das zweite Buch enthält eine positive Lehre, nämlich die Darlegung des neuen Baconschen Induktionsverfahrens⁷³. Der charakteristischste und am meisten von den Philosophiehistorikern bemerkte Bestandteil jener negativen Lehre ist die Lehre von den vier Arten von Idolen, welche die Erkenntnis der Wahrheit gefährden: den *idola tribus, idola specus, idola fori* und *idola theatri*.

Diese lateinischen Bezeichnungen bringen willkürlich von Bacon herangezogene Gleichnisse zum Ausdruck, wie er es in seiner Diktion überall liebt. Ihre Erklärung ist folgende. *Tribus* heißt die Gattung; gemeint ist die Gattung des Men-

schengeschlechts; also sind *idola tribus* die Irrtümer und Vorurteile, die allen Menschen auf Grund ihrer gleichmäßigen allgemeinen Naturanlagen nahe liegen. *Specus* heißt die Höhle; hier hat Bacon sich an das Platonische Höhlengleichnis erinnert. Platon hatte das Wesen des sinnlich befangenen ideenlosen Menschen zu veranschaulichen versucht, indem er einen Menschen in eine Höhle setzte und ihn deren Rückwand, die dem Eingang gegenüberlag, anstarren ließ. Auf dieser Rückwand konnte jener Mensch die Schattenbilder der Dinge erblicken, welche sich im vollen Sonnenschein der Wirklichkeit außerhalb der Höhle befanden. Indem sich Bacon an dieses Platonische Gleichnis erinnerte, fügte er die Bemerkung hinzu, daß die irrenden Menschen nicht nur jenen Irrtümern verfielen, die dem ganzen Menschengeschlecht nahe lägen — das wären die *idola tribus* —, sondern daß überdies auch noch jeder einzelne in seiner eigenen besonderen Höhle säße. Durch diese etwas willkürliche Anwendung des alten Platonischen Gleichnisses gewinnt bei Bacon der Ausdruck „*idola specus*“ die Bedeutung des Begriffs der individuell bedingten Irrtümer und Vorurteile. Die *idola fori* sind die Trugbilder des Marktes; der Markt, d. h. der Verkehr der Menschen miteinander, bringt besondere Quellen von Irrtümern. Denn dieser Verkehr bedarf der Sprache und schafft sich eine Sprache. Aus der Sprache fließen Verleitungen zu Irrtümern. Die *idola theatri* schließlich sind die Voreingenommenheiten, welche der Betrieb der Wissenschaften aus sich hinzuerzeugt. Theater bedeutet hier soviel als wissenschaftliches Theater, wie man ja auch von einem anatomischen Theater in jenen älteren Zeiten gesprochen hat. Gewisse Systembildungen der Philosophen, zusammen mit der Leichtgläubigkeit und Nachlässigkeit ihrer Schulen, sollen diese Art von Götzenbildern geschaffen haben, welche den wahren Fortschritt hindern.

Unter den näheren Besprechungen, die Bacon den *idola tribus* widmet, ist folgende Stelle besonders fesselnd. „Man kann sich kein Ende und kein Äußerstes der Welt vorstellen; vielmehr ist man genötigt, immer noch etwas darüber hinaus anzunehmen; ebensowenig kann man sich vorstellen, wie die Ewigkeit bis zu dem heutigen Tage hat ablaufen können, weil der gebräuchliche Unterschied zwischen dem Unendlichen vor uns (in der Zeit) und dem Unendlichen hinter uns unbegründet ist; denn es würde aus diesem Unterschiede

folgen“ (wie man ihn gewöhnlich hinstellt), „daß ein Unendliches größer wäre als das andere und daß das Unendliche ein Ende nähme und an das Endliche grenzte. — Ähnlich verhält es sich mit der unendlichen Teilbarkeit der Linien; das Denken reicht dazu nicht aus. — Aber verderblicher noch zeigt sich die gleiche Ohnmacht bei der Auffassung der Ursachen. Denn das Allgemeinste der Natur muß als etwas Positives so hingenommen werden, wie es gefunden wird, und es kann nicht seinerseits aus Ursachen abgeleitet werden. Dennoch verlangt der menschliche Verstand, der nicht ruhen kann, noch nach Höherem. Dabei aber fällt er nur, indem er nach dem Entfernteren strebt, in das Nähere zurück: nämlich in die Zweckbegriffe, die doch offenbar mehr aus der Natur des Menschen als aus der des Universums stammen: und aus dieser Quelle ist nun die Philosophie in merkwürdiger Weise verdorben worden⁷⁴.“

Bacon erkennt also hier bleibende Grenzen des menschlichen Geistes an. Eine abgeschlossene Unendlichkeit kann man sich nicht vorstellen. Hinsichtlich der Kette der Ursachen — mag man sie nun in der Zeit sich ausgedehnt denken oder mag man, was Bacon wohl näher liegt, sie sich dynamisch einander übergeordnet denken (wie eine Skala von Formursachen) — ist das Problem des unendlichen Regressus philosophisch noch beunruhigender. Man hat in dieser Baconstelle mit Recht eine Vorwegnahme und vielleicht eine Anregung der Kantischen Antinomienlehre gefunden⁷⁵.

Sobald wir aus dem negativen Teil der Baconschen Logik in den positiven hinübertreten, haben wir es sogleich und vor allem mit dem neuen Baconschen Begriff der „wahren Induktion“ zu tun. Man ist zwar gewöhnt, den Begriff der Induktion dem der Deduktion gegenüber (oder zur Seite) zu stellen, und so liegt es nahe, zu fragen, wo denn der Begriff der Deduktion in der Baconschen Logik bleibt. Auf diese Frage ist zunächst zu antworten, daß die Baconsche Logik nicht von dem Gegensatz dieser beiden Begriffe beherrscht ist, wofern man auf ihre wahre immanente Systematik blickt. Schon der Umstand, daß die Baconsche Induktion etwas ganz anderes ist als die Aristotelische, läßt es schwierig oder unmöglich erscheinen, jene alte Zweiteilung der Methoden nach Aristotelischem Schema auch bei der Betrachtung des Baconschen Systems der Logik anwenden zu wollen.

Wir haben daher schon im vorangegangenen Teile unseres Buches darauf aufmerksam gemacht, daß Bacon mit seiner Methode der Induktion die einzige und einheitliche Methode für alles wahrhaft wissenschaftliche Denken hat aufstellen wollen.

Allerdings wird zuzugestehen sein, daß er des mehr äußeren Problems, sich mit dem historisch Überlieferten auseinanderzusetzen, nicht ganz Herr geworden ist. Wieweit es auch gelungen sein mochte, das Hauptverfahren alles echten wissenschaftlichen Nachdenkens einheitlich und in sich klar herauszustellen, so wäre daneben doch immer noch für einen energischen und gewissenhaften Denker die sekundäre Aufgabe zu lösen geblieben, den älteren Methodenbegriffen irgendeine relativ berechnete Stellung anzuweisen oder aber — wenn dies nicht, dann: — deren innere Verworrenheiten aufzudecken bzw. sie durch den Nachweis ihrer inneren Absurdität ein für allemal zu vernichten. Diese Leistung hat Bacon nicht zu vollziehen vermocht. Er läßt vielmehr mit einer gewissen Lässigkeit den Syllogismus des Aristoteles, das deduktive Denken also, zu Recht bestehen, und begnügt sich damit, ihn beiseite zu drängen, indem er ihn als ziemlich wertlos bezeichnet⁷⁶.

Sicherlich ist Bacon den Problemen, die die heutigen Logiker im Syllogismus finden, nicht gerecht geworden. Aber man darf darum noch nicht sagen, daß Bacon unphilosophisch war. Auch war sein Blick nicht etwa schwankend und irrlichtelierend, sondern er war ganz fest auf eine andere Seite der Dinge gerichtet, in die das Problem des Syllogismus nur schlecht hineinpaßt. Aber auch diese andere Anschauungsweise, die ihn beherrschte, war durchaus sachlich und groß. Wenn jemand — um eine Schwierigkeit eines anderen Problemgebietes heranzuziehen — nicht zwischen Logik und Psychologie scharf zu unterscheiden vermöchte, so könnte er trotzdem noch über eine großzügige Sachlichkeit und Stärke des geistigen Blicks verfügen. Auch für Bacon war die denkende Seele in ähnlicher Weise ein einheitliches Phänomen. Auch er wollte dieses Phänomen der denkenden Seele nicht nach seinen etwaigen abstrakten Komponenten hin betrachten und zerlegen, die in einem einzigen Zeitpunkt verschmolzen auftreten mögen (wie die Transzendentalphilosophen sagen), sondern er wollte gerade und durchaus das zeitliche Nacheinander der Denkvorgänge, so

gut es ging, beobachten und für die technischen Zwecke einer erfolgreichen Gedankenkunst festlegen.

Alle Gegenüberstellungen von Deduktion und Induktion, die wir bei Bacon finden, erweisen sich also als unzureichend. Wenn man Bacon richtig verstehen will, so muß man sich zunächst von diesem alten Begriffsgegensatz so unabhängig wie möglich machen und ganz von neuem und vorurteilslos mit ihm die Tatsachen des forschenden Denkens untersuchen. Wir sehen dort Bacon in der Tat nur noch um die Aufstellung einer einzigen Methode sich bemühen. Diese eine Methode nennt er Induktion; er versteht aber, wie gesagt, unter dieser Induktion etwas ganz anderes als man sonst unter Induktion versteht. Also kommt es tatsächlich darauf hinaus, daß Bacon auf eine ziemlich neue und unabhängige Weise vorgeht; denn der Begriff der Baconischen Induktion ist nicht am Gegensatz zum Begriff der Deduktion orientiert⁷⁷.

Soweit er die von ihm empfohlene Methode durch einen Gegensatz zu verdeutlichen sucht, ist es der Gegensatz von interpretierender und antizipierender Methodik, der ihm am Herzen liegt.

Der Gegensatz von antizipierender und interpretierender Methodik fällt nicht mit dem von deduktiver und induktiver Methodik zusammen. Denn da die Baconische Induktion oder *interpretatio naturae* etwas anderes ist als die Aristotelische Induktion (und wir dürfen vorgreifend sagen: auch etwas anderes als die Millsche Induktion), muß auch ihr ergänzendes Gegenstück, die Antizipation, etwas anderes sein als die altüberlieferte Deduktion. Allenfalls dürfte man sagen, daß nach Bacon in dem Verfahren der Antizipation einiges von dem enthalten sein möchte, was ehemals bei den deduktiven Methoden als lebendige, treibende Kraft mit wirksam gewesen war.

Die entscheidende Einführung der Begriffe der Antizipation (oder „Vorausnahme aus der Natur“ oder des „Vorgreifens des Geistes“)⁷⁸ und der Interpretation (oder „Erklärung der Natur“), gibt Bacon mit folgenden Worten:

„Die mehr menschliche Auffassung, deren man sich jetzt der Natur gegenüber bedient, pflege ich *anticipatio naturae* zu nennen; denn sie geschieht leichtsinnig und voreilig; diejenige Auffassung dagegen, welche in angemessener Weise aus den Dingen entnommen wird, pflege ich *interpretatio naturae* zu nennen.“

VERLAG VON ERNST REINHARDT IN MÜNCHEN

SUBSKRIPTIONSEINLADUNG

auf das Anfang Oktober 1926 erscheinende Werk

BACON UND DIE NATURPHILOSOPHIE

von

WALTER FROST

ordentl. Professor an der Universität Riga

Zirka 560 Seiten in 8^o — Subskriptionspreis M. 7.50, in Ganzleinen M. 9.—.
Nach Erscheinen wird der Preis erhöht auf brosch. M. 10.—, in Leinen M. 12.—.

Mit Unterstützung der Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft.

★

Die Geschichte der Naturwissenschaften ist im Begriff, eine neue Disziplin zu werden. Das wichtigste Kapitel daraus ist aber zweifellos die Entstehung der modernen Naturwissenschaften (etwa 1400 bis 1700) nicht nur deshalb, weil die Gedankengänge der Naturphilosophen von Bacon bis Newton grundlegend sind für das Verständnis unseres Weltbildes, sondern auch, weil die Umwälzungen der neueren Zeit, die mit dem Namen Einstein verknüpft sind, wieder an den Ausgangspunkt zurückgehen und von dort aus eine neue Lösung versuchen. Das Buch von Walter Frost hat somit eine doppelte Bedeutung für die Gegenwart und damit möge entschuldigt werden, daß es über den Umfang, den es im Rahmen der Kafkaschen „Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen“ haben sollte, weit hinausgewachsen ist.

Inhalt dieses Gesamtvorganges der Entstehung der modernen Naturwissenschaft, der die Entwicklung der Astronomie, der Chemie, Alchemie, der Anatomie, der Mathematik und anderer Gebiete mitumfaßt, ist ohne Zweifel die Entstehung der modernen Mechanik. Hier setzt sich auf das bestimmteste und eigenartigste eine ganz neue Methode durch, die auf die Philosophie den größten Einfluß gewann, wengleich ihre Alleinherrschaft, soferne sie zu einem mechanistischen Materialismus zu führen drohte, immer wieder bestritten werden mußte.

Bei allen Bestrebungen, die Quintessenz dieser Forschungen auf kleinstem Raume allgemeinverständlich darzustellen, wurde dennoch hinsichtlich der führenden Geister eine gewisse Vollständigkeit erstrebt, selbst das Biographische wurde hinzugezogen. Unter dem Sachlichen der Lehren und Leistungen wurde das bevorzugt, was von prinzipiellem und methodischem Inter-

esse ist. Daher waren selbst Irrtümer wichtig, wie die interessante Lehre Keplers vom Mysterium Cosmographicum usw. Die Entstehung des Begriffes der Energie, die Wendungen des Für und Wider hinsichtlich des Begriffes der Kraft, das Problem der Actio in Distans, das Problem des absoluten Raumes und der absoluten Zeit, die Einmischung antiker atomistischer Vorstellungsweisen ebenso wie anderer antiker Gedanken, alles das mußte so geklärt werden, daß der Leser das Bleibende und Wichtige von den zufälligen Beimischungen, die ja kulturhistorisch sehr eindrucksvoll sein können, zu unterscheiden lernt.

Der Verfasser hat die größte didaktische Sorgfalt und Kunst aufgeboten, um alles, was er sagt, verständlich zu machen, und so dürfte das Werk auch denen eine angenehme Lektüre sein, die rein philosophische Werke sonst nicht lesen. Es wendet sich auch mehr an den Naturwissenschaftler als an den Philosophen im eigentlichen Sinne, und um ihm in diesen Kreisen eine größere Verbreitung zu geben, soll es, obwohl der endgültige Preis an sich schon sehr mäßig zu nennen ist, einem weiteren Kreise von Interessenten zu einem billigeren Subskriptionspreis abgegeben werden.

Herr Professor G. Kafka in Dresden, der Herausgeber der Sammlung „Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen“, der selbst Naturwissenschaftler und Philosoph zugleich ist, schrieb an den Verfasser: „Das Buch ist wirklich eine philosophiegeschichtliche Leistung ersten Ranges, aus der — wie ich glaube, nicht nur für mich — unendlich viel Neues zu lernen ist; aber auch die gelegentlich aufgesetzten systematischen Streiflichter tun ihre volle Wirkung und verdienen zum Teil, gerade in ihrer prägnanten Kürze, als geflügelte Worte Verbreitung zu finden. Lassen Sie mich Ihnen also meinen herzlichsten Dank für die wertvolle Bereicherung der Sammlung aussprechen.“

Aus dem Inhalt:

I. Teil.

1. Das Leben Bacons und seine politischen Schicksale. 2. Bacons wissenschaftliche Gesamtpersönlichkeit und seine geschichtliche Bedeutung. 3. Die Logik Bacons. 4. Bacon, der Enzyklopädist. 5. Die Ethik und die Scientia civilis Bacons.

II. Teil.

Die neue Naturphilosophie. 1. Das Ringen der Philosophie mit der Tatsache der modernen Naturwissenschaft. 2. Die ersten Aufgaben der Chemie. 3. Lionardo da Vinci. 4. Kopernikus und Kepler. 5. Galilei. 6. Die Erneuerung der Atomistik.

GESCHICHTE DER PHILOSOPHIE IN EINZELDARSTELLUNGEN

Herausgegeben von GUSTAV KAFKA

Die mit einem Stern versehenen Bände sind bis Anfang 1926 erschienen.

Die ganze Reihe wird bis Anfang 1927 fertig vorliegen

- *1. Die Weltanschauungen der Primitiven und der Naturvölker: Prof. Dr. F. Gräbner, Bonn. (171 S.)
M. 3.—, geb. M. 3.50
- *2. Indische Philosophie: Prof. Dr. O. Strauß, Kiel. (286 S.)
M. 4.—, Leinen M. 5.50
- 3. Philosophie des Judentums: Prof. Dr. H. Redisch, Wien.
- *4. Die Philosophie des Islams in ihren Beziehungen zu den philosophischen Weltanschauungen des westlichen Orients: Prof. Dr. Max Horten, Bonn. 8°. (385 S.) 1924, br. M. 4.50, geb. M. 5.50.
- 5. Chinesische Philosophie: Prof. Dr. H. Hackmann, Amsterdam.
- *6. Die Vorsokratiker: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden. 8°. (164 S.) 1921.
M. 3.—, geb. M. 3.50
- *7. Sokrates, Platon und der sokratische Kreis: Prof. Dr. Gustav Kafka, 8°. (160 S.) 1921. M. 3.—, geb. M. 3.50
- *8. Aristoteles: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden. 8°. (204 S.) 1922.
M. 3.—, geb. M. 3.50
- 9. Der Ausklang der antiken Philosophie und das Erwachen einer neuen Zeit: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden, und Prof. Dr. Hans Eibl, Wien.
- *10/11. Augustin und die Patristik: Prof. Dr. Hans Eibl, Wien. 8°. (462 S.) 1923.
M. 5.50, geb. M. 7.—
- 12/13. Thomas von Aquin und die Scholastik: Prof. Dr. Paul Simon, Tübingen.
- *14. Die philosophische Mystik des Mittelalters, von ihren antiken Ursprüngen bis zur Renaissance: Dr. Joseph Bernhart. 8°. (292 S.) 1922.
M. 4.—, geb. M. 5.—
- *15. Die Philosophie der Renaissance: Priv.-Doz. Dr. Aug. Riekel, Braunschweig. (288 S.) M. 4.—, Lein. M. 5.50
- *16/17. Descartes und die Fortbildung der Kartesischen Lehre: Prof. Dr. Freiherr Cay von Brockdorff, Kiel. 8°. (228 S.) 1923. M. 3.50, geb. M. 4.—
- *18. Spinoza: Prof. Dr. Bernhard Alexander, Budapest. 8°. (180 S.) 1923.
M. 3.—, geb. M. 3.50
- 19. Leibniz: Prof. Dr. Dietr. Mahnke.
- *20. Bacon und die Naturphilosophie: Prof. Dr. Walter Frost, Riga.
M. 10.—, Leinen M. 12.—
- *21. Hobbes und die Staatsphilosophie: Prof. Dr. Richard Höningwald, Breslau. (210 S.) 1924. M. 3.—, geb. M. 3.50
- *22/23. Locke, Berkeley, Hume: Prof. Dr. Robert Reininger, Wien. 8°. (213 S.) 1922. M. 3.50, geb. M. 4.—
- *24. Die englische Aufklärungsphilosophie: Prof. Dr. Cay von Brockdorff. (184 S.) M. 3.50, geb. M. 4.—
- *25. Die französische Aufklärungsphilosophie: Priv.-Doz. Dr. O. Ewald, Wien. Brosch. M. 3.—, geb. M. 3.50
- *26. Die deutsche Aufklärungsphilosophie: Prof. Dr. Cay von Brockdorff. Brosch. M. 3.—, Lwd. M. 4.50
- *27/28. Kant, seine Anhänger und seine Gegner: Prof. Dr. Robert Reininger, Wien. 8°. (313 S.) 1923.
M. 4.—, geb. M. 5.—
- *29. Fichte: Prof. Dr. Heinz Heimsoeth, Königsberg. 8°. (224 S.) 1923.
M. 3.50, geb. M. 4.—
- 30/31. Schelling und die romantische Schule: Dr. H. Knittermeyer, Bremen.
- 32/33. Hegel und die Hegelsche Schule: Prof. Dr. W. Moog, Greifswald.
- *34. Schopenhauer: Prof. Dr. Heinrich Hasse, Frankfurt a. M. (512 S.)
Brosch. M. 9.—, Lwd. M. 11.—
- *35. Herbart und seine Schule: Prof. Dr. G. Weiß, Jena. (Im Druck.)
- *36. Fechner und Lotze: Prof. Dr. Max Wentscher, Bonn. (207 S.)
Preis M. 4.—, Leinen M. 5.50
- *37. Nietzsche: v. Aug. Vetter. (336 S.)
Brosch. M. 6.—, Lwd. M. 7.50
- 38. Der Materialismus des 19. Jahrhunderts: Prof. Dr. Aug. Gallinger, München.
- 39. Comte und der Positivismus: Prof. Dr. Max Schinz, Zürich.
- 40. Mill und der Empirismus: Prof. Dr. Bernhard Alexander, Budapest.

GUSTAV KAFKA
HANDBUCH

DER VERGLEICHENDEN PSYCHOLOGIE

Oktav. (1638 Seiten.) 1923. 3 Bände Mark 36.—, gebunden Mark 45.—

Wie kein lebender Psychologe imstande gewesen wäre, dieses monumentale Werk zu verfassen, so dürfte auch keiner in der Lage sein, es nach allen seinen Teilen als wirklicher Sachverständiger zu beurteilen, indessen bürgen die Namen der Verfasser schon durchweg für Arbeiten, die dem heutigen Stand der Forschung entsprechen, wohl auch da und dort Neues bieten. Abbildungen unterstützen mehrfach die Darstellung. Die Ausstattung ist eine geradezu vorbildliche. Für jede wissenschaftliche Bibliothek und jeden Psychologen dürfte es unentbehrlich sein, aber nach Inhalt und Art der Darstellung verdient es auch in den Kreisen der Gebildeten weite Verbreitung.

Zeitschrift für Psychologie. 1923

Bd. I: Die Entwicklungsstufen d. Seelenlebens mit 12 Tafeln und Abbildungen im Text.

Einzeln: Brosch. M. 12.—, geb. M. 15.—
Abt.1: Tierpsychologie von G. Kafka.

Brosch. M. 4.—

„ 2: Psychologie des primitiven Menschen von R. Thurnwald.

Brosch. M. 4.50

„ 3: Kinderpsychologie von Giese.

Brosch. M. 4.50

Bd. II: Die Funktionen des normalen Seelenlebens mit 6 Tafeln und Abbildungen im Text.

Einzeln: Brosch. M. 12.—, geb. M. 15.—

Abt.1: Psychologie der Sprache von H. Gutzmann.

Brosch. M. 2.—

„ 2: Psychologie der Religion von G. Runze.

Brosch. M. 2.—

Abt.3: Psychologie der Künste von R. Müller-Freienfels. Brosch. M. 4.—

„ 4: Psychologie der Gesellschaft von A. Fischer. Brosch. M. 3.—

„ 5: Psychologie der Berufe von O. Lipmann. Brosch. M. 2.—

Bd. III: Die Funktionen des abnormen Seelenlebens mit 2 Tafeln und Abbildungen im Text.

Einzeln: Brosch. M. 12.—, geb. M. 15.—

Abt.1: Psychologie des Abnormen von H. W. Gruhle. Brosch. M. 4.50

„ 2: Kriminalpsychologie von M. H. Göring. Brosch. M. 2.—

„ 3: Psychologie des Traumes von S. de Sanctis. Brosch. M. 2.50

„ 4: Psychologie d. Geschlechtslebens von R. Allers. Brosch. M. 4.50

BÜCHERZETTEL

Der Unterzeichnete bestellt hiermit aus dem Verlag von Ernst Reinhardt in München durch die Buchhandlung

..... Frost, Bacon und die Naturphilosophie

Subskriptionspreis, brosch. M. 7.50, Leinen M. 9.—

(Nach Erscheinen wird der Preis erhöht)

..... Kafka, Geschichte der Philosophie Bd.

..... Kafka, Handbuch der vergleichenden Psychologie

3 Bände, brosch. M. 36.—, Leinen M. 45.—

Einzelne Bände:

.....
Name und gefl. genaue Adresse

„Antizipationen sind gut zum einstimmigen Gebrauch, da ja die Menschen sogar dann hinreichend gut mit einander einstimmig sein könnten, wenn sie auf die gleiche und übereinstimmende Art wahnsinnig wären.“

„Um Zustimmung zu erzielen, sind die Antizipationen viel geeigneter, als die Interpretationen, weil sie aus wenigen, und zwar den vertrautesten Tatsachen entlehnt sind; daher bemächtigen sie sich des Verstandes und erfüllen die Phantasie. Die Interpretationen dagegen müssen aus sehr mannigfachen und sehr entlegenen Tatsachen zusammengestellt werden; sie können den Verstand nicht sogleich für sich einnehmen; ihre Aussprüche klingen ihm beinahe so hart und ungewohnt wie die Mysterien der Religion.“

„In den Wissenschaften, welche sich auf bloßes Meinen und Gutdünken stützen, kann man die Antizipationen und die Dialektik gut gebrauchen; denn hier kommt es darauf an, sich die Zustimmung der Menschen, aber nicht die Dinge der Natur zu unterwerfen⁷⁹.“

Dazu nehme man noch das Folgende: „Ich bemühe mich keineswegs, die Philosophie, wie sie jetzt in Blüte steht . . . zu stören. Ich will es nicht hindern, daß die hergebrachte Philosophie und andere ihr ähnliche Philosophien die Disputationen unterhalten, die Reden schmücken und zur Erlangung der gelehrten Würden und Bequemlichkeiten des bürgerlichen Lebens benutzt werden; ich erkläre offen, daß die Philosophie, welche ich herbeibringe, dazu wenig nützen wird . . . Liegt aber einem der Sterblichen am Herzen, nicht bloß bei dem bereits Entdeckten stehen zu bleiben und dies zu benutzen, sondern weiter vorzudringen, will er nicht mit Gegnern streiten, sondern die Natur durch die Tat (*opere*) besiegen, . . . so mögen solche Menschen, als die wahren Söhne der Wissenschaften, sich uns anschließen. Um besser verstanden zu werden und damit das, was wir wollen, durch bestimmte Bezeichnungen allen vertrauter werde, möchten wir die eine Art und Weise die *anticipatio mentis*, die andere die *interpretatio naturae* nennen⁸⁰.“

Beispiele für das, was Bacon bekämpft, könnte man gewiß zahllos sowohl aus Bacons Werken als auch aus sonstiger Erfahrung beibringen. Um nur ein einziges, zur Vermehrung der Anschaulichkeit, anzuführen, wollen wir hier eine Stelle aus der *Historia Naturalis* zitieren⁸¹: „Die Pythagoräische Philosophie gebar das Monstrum der Phan-

tasie, welches von der Schule Platons und anderer ernährt und auch aufgezogen wurde, daß nämlich die Welt ein einziges lebendiges Tier sei; daher behauptet Apollonios von Tyana z. B., daß Ebbe und Flut nichts weiter sei als die Respiration der Welt, welche das Wasser wie den Atem einzöge und wieder von sich stieße. — Wenn aber die Welt lebt, folgert man weiter, so hat sie auch eine Seele, einen Geist, und diesen nennen sie die Weltseele, den Weltgeist; dieser ist nicht Gott selbst, sondern eben die essentielle Form der Welt. Von diesem Fundamente aus geht die Einbildung und der Irrtum weiter. Bei den Tieren soll sich z. B., mögen sie noch so gewaltig groß sein, die sinnliche Affektion von einem Gliede aus im Augenblick über den ganzen Körper verbreiten. Ebendies überträgt man nun auch auf die Welt, und damit sind denn auch die magischen Wirkungen durch keine Entfernung mehr getrennt, sondern was auf irgendeinem Orte der Erde geschieht, wird überall empfunden, einzig und allein durch den lebendigen Zusammenhang des Ganzen. Hieran knüpft sich dann weiter die tolle Meinung, daß der menschliche Geist, der Mikrokosmos, durch bloße Imagination und festen Willen die ganze Natur beherrschen könne. Die Welt von diesem magischen Unsinn zu befreien, ist wahrlich eine Herkulesarbeit und dem Ausmisten des Stalls des Augias nicht unähnlich.“

Es bleibt uns jetzt noch übrig, von der Baconschen Hauptmethode, der Methode der Interpretation eine deutlichere Vorstellung zu geben. Insofern der Begriff dieser Methode mit dem Begriff der Baconschen Induktion gleichbedeutend ist, werden sich freilich alle noch folgenden Teile dieses Kapitels mit dieser Methode zu beschäftigen haben. Es kann also zunächst nur darauf ankommen, einige allgemeine Vorbemerkungen zu machen.

Schon das Wort „Interpretation“ weist darauf hin, daß wir es hier nicht mit einer Zusammenfassung von Einzelerfahrungen zu allgemeinen Sätzen zu tun haben werden. Denn der Ausdruck Interpretation legt uns die Vorstellung nahe, daß etwas ganz Neues, anfänglich gar nicht Bemerktes, beigebracht werden soll; an die Stelle des einen Bildes oder Eindrucks einer Sache soll ein anderes Bild oder ein anderer tiefer grabender Begriff gesetzt werden. Dies ist auch der Grund, warum eine Reihe von Philosophiehistorikern, unter denen Apelt den Anfang gemacht zu haben

scheint, die Behauptung aufgestellt haben, daß die Bacon'sche Methode gar keine Induktionsmethode sei, sondern besser als ein verwickeltes Verfahren der Abstraktion zu bezeichnen wäre⁸².

Eine Wiedergabe der Bacon'schen Methodenlehre könnte sicherlich nur ein oberflächliches Hinweggleiten über barocke und umstrittene Ausdrücke und Meinungs-Zuspitzungen sein, wenn es nicht gelänge, diese Grundfrage, was denn hier eigentlich geleistet oder beabsichtigt sei, einigermaßen zu klären. Wenn Bacon seiner Methode den Namen Induktion gegeben hat, so liegt darin — bei allem Gegensatz und Unterschied zur Aristotelischen Induktion — doch ein Hinweis, daß es zweckmäßig sein kann, bei der Entwicklung des Bacon'schen Begriffs mit dem Aristotelischen zu beginnen.

Gegen den Aristotelischen Begriff der Induktion macht Bacon geltend, daß sich derselbe, wie auch sonst angenommen wird, auf eine *enumeratio simplex* stütze. Bacon nennt diese Methode kindisch und sagt von ihr, daß sie „prekär“ schließe (*precario concludit*) und daß man dabei nur das Gewohnte im Auge behalte und einen Ausgang (d. h. wohl: einen Fortschritt zu Neuem) nicht finde⁸³. Diese Unzulänglichkeit erkannt und betont zu haben, rechnet man Bacon allgemein als Verdienst an.

Eine positive Anknüpfung Bacon's an den Aristotelischen Begriff der Induktion kann nur darin gefunden werden, daß beide vom Einzelnen und Äußerlichen (Wahrnehmbaren) ausgehen, Bacon, um zum Innerlichen vorzudringen, Aristoteles, um zum Allgemeinen vorzudringen. Sehr wesentlich kann also die weitere Stützung und Anlehnung des Bacon'schen Planes an die Aristotelische Lehre nicht sein. Nur — um im Gleichnis zu sprechen — so wie man in einen Wald auch von einem kleinen Fußpfade aus hineingelangen und erst nachher sich auf die Hauptstraße hinfinden kann, die durch ihn hindurchführt, so kann man auch zum Zwecke einer schulmäßigen Einführung in die Methodenlehre des Bacon mit dem Begriffe der gemeinen Aristotelischen Induktion beginnen. Man kann dann daran anknüpfend allerlei Varianten und Zutaten der Methode zur Sprache bringen, die sich als nützlich erweisen. Zuletzt aber wird bei solcher nachfeilenden Überarbeitung aus dem Gesamtbilde der wissenschaftlichen Methodik etwas ganz anderes als das werden,

was wir im Anfange im Auge hatten. Als wirklich systematische und in tieferem Sinne orientierende Grundlage des Methodenproblems darf dann allerdings fortan jener elementare Begriff der Induktion nicht länger gelten.

Sollen wir dies Tiefere nun Analyse oder Abstraktion nennen? Auf den Namen wird es nicht ankommen; aber das freilich ist klar, daß es sich bei ihr um den Gewinn einer Wesenserkenntnis handelt. Die elementare Aristotelische Induktion könnte vielleicht, soweit sie vorkommt und ihre kleine nützliche Rolle wirklich spielt, jenem größeren Prinzip in bestimmter Weise ein- und untergeordnet werden. Die echte Baconische Induktion ist eine Methode, die auf das Wesen oder die Formen der Dinge gehen möchte, sagen wir also kurz: eine Wesensinduktion.

Dieser Baconische Versuch, die moderne Hauptmethode des Denkens festzustellen und über den allzusimpeln älteren Induktionsbegriff hinauszukommen, ist nicht der einzige Versuch, der in solchem neuem Geiste gemacht worden ist. Wir müssen uns einen kurzen Überblick über diese Versuche verschaffen; denn nur dann können wir die bestimmte besondere Stellung, die Bacon innerhalb dieser Mannigfaltigkeit einnimmt, richtig verstehen. Bei jenem anderen Versuchen, die wir jetzt im Sinne haben, hat man sich gern an den modernen Begriff der Kausalität gehalten, und man hat diesen Begriff der Kausalität in der einen oder anderen Weise mit dem alten Prinzip der Aristotelischen Induktion in eine organische Verbindung bringen wollen. Wäre dies gelungen, so hätte man glauben dürfen, dem alten Induktionsprinzip neues Leben eingeblasen zu haben. Die Art, wie diese Verbindung herzustellen sei, versteht sich jedoch nicht von selbst.

Wir müssen diese Versuche und Aufstellungen aus einer weit späteren Epoche auch aus dem Grunde hier kurz berühren, weil unser gesamtes heutiges Denken von ihnen beeinflußt ist. Wir müssen es lernen, uns von dieser Beeinflussung in gewisser Weise wieder unabhängig zu machen, um Bacon richtig zu verstehen. Wir müssen unsere heutige Sprache und unsere heutigen Denkgewohnheiten in eine bestimmte Beziehung zu der Baconischen Auffassung bringen, um seine Gedanken in unsere Sprache übersetzen zu können. Wir müssen gleichsam hinter uns selbst zurückgehen. Daher stellen wir das Folgende kurz fest.

Sowohl Stuart Mill als Sigwart haben energische Versuche gemacht, die Methode der gemeinen Induktion mit dem Kausalbegriff in Verbindung zu bringen; beide haben es auf sehr verschiedene Weise versucht, Mill in der mehr naturwissenschaftlichen, Sigwart in mehr philosophischer Weise. Beide vermochten dabei die spezifisch Baconsche Absicht nicht zu verstehen. Für Mill genügt eine strenge äußerliche Gleichheit immer wiederkehrender Relationen, um ein strenges Induktionsverfahren zur Anwendung zu bringen und um es erkenntnistheoretisch zu legitimieren. Rein phoronomische Erscheinungsgesetze wären für ihn gute Beispiele. Ganz anders Sigwart. Er spricht von Dingen, die in sich eine gewisse individuelle Abgeschlossenheit des Seins haben müssen, damit ihnen derjenige innere Reichtum zugetraut werden kann, der Ursachen in sich zu bergen vermag, aus denen dann Wirkungen entspringen. Für Sigwart liegen in den Dingen die Ursachen ihrer Eigenschaften und ihrer Wirkungen. Man sieht, daß diese Sigwartsche Auffassung eine konkrete, organische Naturanschauung, eine bestimmte Naturphilosophie, voraussetzt; man könnte auch sagen, Sigwart rechnet mit einer kategorienreicheren Ontologie; dagegen sind Mills Voraussetzungen bescheidener, leerer und blasser.

Durch seine konkretere Fundamentierung steht Sigwart dem Bacon näher. Aber Sigwart selbst scheint dies nicht gesehen zu haben. Bacons Anschauung ist freilich noch bei weitem konkreter und kühner als Sigwarts. Bacon rechnet mit dem Gegensatz von Wesen und Erscheinung. So würden wir es heute ausdrücken; Bacon drückt es anders aus. Statt Erscheinung und Wesen sagt Bacon: Natur und Form.

Dies gilt nun vielen als Aristotelische oder scholastische Metaphysik, und damit als abgetan. Man urteilt, daß Bacon mit einem Fuß im Mittelalter stecken geblieben sei.

Zu dieser vorschnellen Aburteilung trägt folgendes bei. Es scheint fast, als müßten wir die Natur in zwei Schichten spalten, wenn wir von Wesen und Erscheinung im dogmatisch-naturphilosophischen Sinne zu sprechen anfangen. Es müßte dann wohl ungefähr ebensoviele Typen des Wesens geben, als es Typen von Erscheinungen gibt, und es müßte außerdem wohl noch ein Ursachenverhältnis geben, das vom Wesen zu den Erscheinungen hinabführt. Eine solche Ontologie hätte in der Tat große Bedenken gegen

sich. Die Vorstellungen, die sich Bacon selbst hierüber gemacht hat, dürften zu einem Teile jedenfalls falsch sein.

Weiter kommt als Mehrung der Schwierigkeiten hinzu, daß es von vornherein kaum abzusehen ist, wie man vom Reiche der Erscheinungen in das Reich der Wesenheiten vordringen soll. Diejenigen Merkmale oder Gesetze, welche das Wesen einer Sache ausmachen, ergeben sich jedenfalls nicht als einfache Zusammenfassungen derjenigen Merkmale und Züge, die wir an den Erscheinungen derselben Sache wahrnehmen. Man hat vielmehr den Eindruck, als sei geradezu ein geistiger Sprung nötig, um von der äußeren Betrachtung in die innere hineinzugelangen. In diesen Besorgnissen liegen höchstwahrscheinlich sehr wesentliche psychologische Motive, warum Apelt, Sigwart und Windelband es vorziehen, die Baconsche Methode nicht als Induktion, sondern als ein verwickeltes Verfahren der Abstraktion zu bezeichnen. Durch abstraktes Herausholen von allem, was in einer Erscheinung liegt, so stellt man sich vor, könnte man wohl eher zu ihrer tieferen Erfassung, zu ihrem Wesen gelangen als durch Induktion. Denn Induktion würde doch wohl, nach der Auffassung, die von Aristoteles bis Sigwart reicht, ihr Resultat als die Verbindung eines Subjektes (vielleicht der Erscheinung?) mit einem neu dazugewonnenen Prädikat (wohl dem Wesensbegriff?) auszudrücken haben. Und der induktive Prozeß müßte dann darin bestanden haben, auf Grund von vielen Singularurteilen dieser Subjekt-Prädikat-Verbindung zu ihrer Allgemeinheit gelangt zu sein und dieselbe gesichert zu haben. Derartige hat allerdings Bacon nicht gewollt. Welche Welt von Gegensätzen liegt hier zwischen den verschiedenen Forschern!

Es besteht wirklich eine gewisse Schwierigkeit für die Baconsche Methode, ihre Schlüsse zwingend zu gestalten. Zwischen der Erscheinung und dem Wesen besteht überall — das liegt schon im Gebrauch dieser Worte — ein so großer Gegensatz, daß fast eine Offenbarung nötig scheint, damit der Mensch etwas vom Wesen zu wissen bekomme⁸⁴. Man sollte aber hierbei bedenken, daß ohne einen Sprung des Erratens keine induktive Methode etwas erreichen kann, auch die ältere Aristotelisch-Mill-Sigwartsche nicht⁸⁵. Die Schwierigkeit, woher das Neue eigentlich kommt, dem wir es verdanken, daß unsere Wissenschaft fortschreitet, bleibt

bei allen diesen Methoden die gleiche, nur tritt bei der Baconschen Methode dies dunkle Faktum besonders kraß und stark hervor. Wer als Forscher das Gefühl haben will, sich an einem ganz soliden Geländer festhalten zu können, wenn er in das Reich des Unbekannten vordringt, könnte es sich bei den Millschen Methoden vielleicht eher einbilden, daß dies erreicht werde. Dort scheint eine wirkliche Zwangsläufigkeit, eine Kette kleinschrittiger Notwendigkeiten vom festen Anfang bis zum sicheren Ziele hinzuführen. Aber dieser Schein ist trügerisch und der Unterschied in dieser Hinsicht zwischen Mill und Bacon ist nur graduell.

Bacon hat das nicht gewußt; er hat gehofft, seine Methode streng und zwingend machen zu können. Wie streng und wie zwingend, diese Frage der feinsten erkenntnistheoretischen Nuance, hat ihn nicht interessiert. Wäre er sich über alles dies klarer gewesen, so hätte er den Widerspruch der späteren Logiker nicht in so hohem Maße herausgefordert. Unsere Aufgabe ist es, ihn trotz seiner Irrtümer zu verstehen, ihn (wie Kant es allgemein als Aufgabe des Philosophiehistorikers bezeichnet) „besser zu verstehen, als er sich selbst verstand“.

Wir lassen daher, im jetzigen Augenblick, alle Schwierigkeiten und alle Zweifelsfragen, die sich um die Baconsche Methode auftürmen, beiseite und stellen uns nur das an ihr vor Augen, was an ihr wahr sein könnte. Irgendeine richtige Intuition liegt ihr denn doch wohl zugrunde. Wir wollen zu ihrer Verdeutlichung aus unserem heutigen Wissen einige Beispiele beibringen, die die Anwendbarkeit des Baconschen Gesichtspunktes bestätigen. So werden wir schneller über die Frage nach der Berechtigung desselben ins reine kommen, als wenn wir uns nur an Beispiele aus Bacon selbst hielten, da diese bisweilen wegen der naturwissenschaftlichen Irrtümer jener älteren Zeit an Überzeugungskraft verlieren. Wir behaupten aber dann folgendes. Die Wissenschaft, insbesondere die Physik, strebt tatsächlich nach Wesensanschauungen, nicht nach synthetischer Eigenschaftserkenntnis. Sie strebt natürlich nach allem beiden, aber die Eigenschaftserkenntnis ist ihr nur ein vorläufiges Ziel, nur ein Mittel zu dem letzten Zweck, Wesenskenntnisse zu gewinnen. Das letzte Ziel der Optik z. B. ist nicht das, die Brechungswinkel des Lichtes bei verschiedenen Stoffen kennenzulernen, sondern zu dem Wesen des Lich-

tes hin vorzudringen, z. B. zu wissen, ob es Emanation oder Undulation ist. Wenn wir uns dabei zugleich mit den Materien beschäftigen müssen, die das Licht hindurchlassen, so gibt uns das verschiedenartige Verhalten dieser Materien noch zugleich eine Hoffnung, daß wir aus ihm auf das Wesen dieser Materien werden schließen können. Freilich, solange man in diesen Wesensfragen nicht vorwärts kommt, nutzt man die Funde der einstweiligen synthetischen Eigenschaftsgesetze praktisch aus und freut sich der hier möglichen präzisen Art der Formulierung. Aber im reinen Sinne der Theorie sind die synthetischen Urteile über Brechungswinkel kein letztthin befriedigendes Ziel. Nur wer den praktischen Nutzen sucht, vermag wunschlos bei ihnen stehen zu bleiben. Es ist zwar wahr, daß die mathematische Formulierbarkeit ihnen einen ideellen Glanz gibt, der auch dem reinen Theoretiker Freude bereitet und ihn über die bloße Vorläufigkeit seines Erfolges tröstet. Die reinere und tiefere Linie der Forschung wird nichtsdestoweniger überall, so bald wie möglich, zu eigentlichen Wesensfragen weitergeführt. Niemand zweifelt, daß die heutige Kristalloptik zu diesem Zwecke betrieben wird. Die gleiche Doppelseitigkeit der Denkiteressen tritt bei den Tatsachen der Spektralanalyse hervor. Was hülfte dem tieferen Erkenntnisdurst die Unmenge der exaktesten Messungen der erstaunlich konstanten Linien im Spektrum, wenn sie nicht Hoffnungen auf Wesenserkenntnisse eröffneten? An sich sind die synthetischen Urteile über die Lage dieser Linien zueinander ziemlich uninteressant, wenn auch einstweilen schon von praktischem Nutzen. Ähnlich liegen die Dinge beim Studium des Regenbogens. Die Erklärung des Regenbogens, d. h. sein Wesen, ist uns wichtig, nicht aber ein synthetisch induktiver Satz, der etwa die Folge seiner Farben beträfe. Wir könnten sämtliche Gebiete der Physik durchgehen; wir würden überall das Gleiche finden.

Es ist sehr merkwürdig, daß die Theorie der Wissenschaften dies mit Händen zu greifende psychische oder sachliche Verhältnis in der Reihe der Zwecksetzungen so oft übersehen hat. Vor dem Begriff einer Wesenserkenntnis schrak man zurück, weil derselbe zu einer Platonischen Zwei-Welten-Lehre zu führen schien⁶⁶.

Bacon hat nun, wie uns scheint, mutig und großzügig die gekennzeichnete Haupttatsache der Forschung und des For-

schungsgeistes festgehalten. Er nannte dies Vordringen in das Reich des Verborgenen Induktion, weil er nicht wollte, daß die Wesensgeheimnisse auf Grund von philosophischen Spekulationen „antizipiert“ würden, sondern weil er mit Recht glaubte, daß man sich auf dem gefährlichen Wege ins Dunkle methodisch von den Erscheinungen leiten lassen müsse. Solche Wege, um von den Erscheinungen zur Erkenntnis ihres Wesens langsam und vorsichtig tastend hinzugelangen, gibt es auch wirklich; sie sind aber wahrscheinlich viel verwickelter, als Bacon sie sich gedacht hat, und jedenfalls sind diese Wege viel weiter und länger, als er es annahm. Wie jeder Plänemacher stellte er sich das Ziel zu nahe vor.

Wahr, oder wenigstens mit Vorbehalten verständlich, bleibt also dies an Bacons Plan: eine langsam an den beobachtbaren Tatsachen sich vortastende Methode hat von den Erscheinungen zum Wesen der Dinge vorzudringen. Wir fügen hinzu, daß das, was man im gemeinen Aristotelischen Sinne Induktion nennt, also das Aneinanderreihen synthetischer Eigenschaftsurteile, um für sie vielleicht einen zusammenfassenden Ausdruck zu finden, dem Verfahren jenes tieferen Vordringens zum Wesen der Dinge hin einen Hilfsdienst leisten kann.

Wir müssen ferner die Baconsche Induktionslehre mit seiner Ansicht, daß man sich an eine mittlere Region von Tatsachen zu halten habe, in Verbindung bringen⁸⁷. Nur in einer mittleren Region von Allgemeinheit, so lehrt er, können wir uns mit Sicherheit bewegen; was als zukünftiges Ziel darüber hinaus liegt, davon sollen wir nicht zuviel antizipieren wollen. Wir könnten daher auch die Frage nach dem letzten Sinn des Dualismus zwischen Wesen und Erscheinung auf sich beruhen lassen, wenn wir in Bacons Geiste seine logische Lehre modern zurechtrücken wollten. Denn nur den Hauptprozeß alles heutigen wissenschaftlichen Denkens, sozusagen die innerste Richtlinie desselben, hat Bacon in der von uns charakterisierten Weise erfassen können. Nimmt man schließlich noch hinzu, daß diese Methode auch für die Geisteswissenschaften gelten soll, so daß es dann in der Tat nur eine einzige einheitliche Hauptmethode alles wissenschaftlichen Denkens gäbe, so wird man diesem Entwurf das Prädikat einer gewissen Größe nicht absprechen können.

In Anbetracht des zuletzt genannten Punktes gibt es übrigens zwei entgegengesetzte Meinungen. Beneke hat gesagt, daß Bacon die Anwendung seiner Methode auf die geistigen Gebiete „erst aus der Ferne geahnt habe“. In der gleichen Linie steht die Auffassung von Walter Schmidt, insofern dieser behauptet, daß die Baconische Methode durchaus im Hinblick auf die Natur gedacht und erfunden und daß die Übertragung aufs Geistige erst nachher von Bacon postuliert worden sei — gemäß dem Glauben, daß alle Wissenschaft auf die Physik basiert werden müsse⁸⁸.

Ganz entgegengesetzter Meinung ist Heußler. Ist nicht die Herauslösung der einfachen Qualitäten (*naturae*) aus den verworrenen Erscheinungen und die Zurückführung derselben auf ihre Voraussetzungen (*formae*), so fragt er, eine von den geistigen Dingen auf die natürlichen übertragene Anschauungsweise? Heußler weist als Beispiel auf die Arbeitsweise eines Philosophiehistorikers hin, wie er sie selbst an Bacon ausübe. „Sollten wir uns nicht darin täuschen, so hätte Bacon . . . der Naturwissenschaft seine in den Essays so glänzend bewährte psychologische Methode aufzwingen wollen.“

Wir gehen über diesen nur an der Oberfläche liegenden und mehr scheinbaren Widerspruch zwischen den genannten Autoren hinweg. In der Sache selbst ist zunächst auf den Aphorismus 127 des I. Buches des *Novum Organum* zu verweisen, den wir bereits in einem früheren Zusammenhange zitiert haben. Dort behauptet Bacon mit aller wünschenswerten Bestimmtheit die Anwendbarkeit seiner Methode auf geisteswissenschaftliche Probleme. Er hat diese Anwendung gelegentlich selbst versucht, wengleich er dabei überall nur in den ersten Ansätzen stecken geblieben ist. Erwähnenswert ist zum Beispiel sein Versuch, das Wesen des Gedächtnisses zu ergründen⁸⁹. Er führt zu diesem Zweck etwa sechs bis acht Typen verschiedenartiger Erfahrungen an, in denen sich ein Wachstum oder eine besonders glückliche Disposition oder eine durch äußere Hilfe gelegentlich bedingte Stärkung des Gedächtnisses zeigt. Wir würden diese Sammlung von Fällen, mit einem später zu erläuternden Ausdruck Bacons, als die Aufstellung einer Tafel der positiven Instanzen anzusprechen haben. Sie enthält das Folgende: Jede Art äußeren Anhalts, den man dem Gedächtnis gibt, jede Ordnung oder Klassifikation der Dinge, jede mnemotechnische

Fixierung des zu Behaltenden an bestimmte Raumpunkte, ja selbst die rhythmische Ordnung des Gedächtnisstoffes in Versen haben den Wert, daß sie das Suchen des Gedächtnisses, wenn wir uns etwas erneut vor die Seele rufen wollen, auf ein kleineres Feld und auf bestimmte Wege einschränkt. So wird es uns erspart, gleichsam im Unendlichen zu suchen. Ferner erleichtert jede Versinnlichung der Gedanken die Arbeit des Gedächtnisses. Ferner haften Eindrücke leichter, wenn sie von starken Gefühlen begleitet sind oder wenn sie die Aufmerksamkeit unwillkürlich erregt haben oder wenn man gespannt auf sie gewartet hat. Was mit frischer Seele aufgenommen wird, haftet gut, aber auch das, was man unmittelbar vor dem Schlafengehen sich einprägt. Dies und noch einiges andere lesen wir in der Instanzensammlung. Ein Resultat aber springt aus alledem leider nicht hervor. Bacon muß sich begnügen, einen Ansatz zu solchen Studien zu bieten. Offenbar aber war es dabei sein Ziel, etwas Tieferes von dem Wesen des Gedächtnisses zu erfassen, als wir sonst etwa in einer Definition festzuhalten vermöchten, die nur das zum Ausdruck brächte, was wir von vornherein alle wissen. Solche Erfolge der Erkenntnis könnten dann und wann auf solche Art auch wirklich erzielt werden; denn aus einem größeren Überblick über die Funktionsweisen und über die begünstigenden und benachteiligenden Einflüsse, die auf eine seelische Funktion oder „Natur“ ausgeübt werden, könnte wohl einmal eine tiefere Einsicht in ihre wahre „Form“ hervortreten. Leider ist das Beschreiten eines richtigen Weges noch nicht immer gleichbedeutend mit dem Ernten eines Erfolges. — Von einer physiologisch-naturwissenschaftlichen Analyse oder Fundamentierung der Untersuchung des Gedächtnisses hat sich dieser Baconsche Ansatz gänzlich frei gehalten. — Erwähnt sei ferner folgendes Beispiel Bacons für das Suchen nach tieferen Wesenheiten im Geistigen. Er wünscht die Natur des denkenden Geistes tiefer zu erfassen, als es sonst geschieht; die gewöhnliche Einteilung der Kräfte des Geistes in solche der Vernunft und solche des Instinktes befriedigt ihn nicht ganz, und er meint, daß, wenn man Beobachtungen an Tieren sammeln würde, bei denen ein Vermögen des logischen Schließens vermutet werden könnte, man wohl auf etwas Tieferes, Gemeinsames stoßen könnte, das sowohl der Vernunft wie dem Instinkte zugrunde liegt⁹⁰. Eine bestimmte Tierbeobachtung dieser Art wird von ihm an

jener Stelle auch mitgeteilt. — Man dürfte in der Interpretation Bacons hier nicht so weit gehen, daß man annähme, er wolle den Unterschied zwischen Vernunft und Instinkt beseitigen. Es liegt ihm nur daran, die „Form“ für gewisse Erscheinungen oder Eigenschaften zu entdecken, die auf beiden Seiten, auf der der niederen sowohl als der der höheren Seele, vorkommen. — An einer anderen Stelle hat Bacon das Problem vor Augen, verwandte Figuren in der Musik und in der Rhetorik zum Vergleich zusammenzuhalten⁹¹. Freilich handle es sich, wie er sagt, bloß um Analogien, aus denen nur entfernte Hinweise für jenes tiefere Studium der Naturen und der Formen zu entnehmen sind, auf die es der ernstesten Wissenschaft ankommt. —

Die allgemeine Tendenz seiner Methode und ihre Anwendbarkeit auf alle Wissenschaften dürfte hieraus vollkommen deutlich hervorgehen.

An dieser Stelle wird es nun passend sein, noch auf jenen Satz zurückzukommen, den wir vor kurzem als eine Behauptung Walter Schmidts mitgeteilt haben, daß nämlich Bacon seine Methode nur darum auch den Geisteswissenschaften habe zuwenden wollen, weil er diese auf die Naturwissenschaften basieren wollte. Es gibt einige sehr stark formulierte Sätze zugunsten der Naturwissenschaften bei Bacon, die wir jedoch in den rechten Zusammenhang rücken müssen, um sie nicht mißzuverstehen. Er sagt: „Die Naturwissenschaft ist die Mutter aller Wissenschaften. Alle Künste und Wissenschaften, sobald sie von dieser Wurzel losgerissen werden, können wohl noch als Zierat gepflegt und gebraucht werden; aber sie wachsen nicht mehr.“ „Niemand möge erwarten, daß die Wissenschaften beträchtlich weiter kommen, . . . bevor die Physik an die einzelnen Wissenschaften herangeführt sein wird. . . Darum haben Astronomie, Optik, Musik, die meisten mechanischen Künste, sogar die Medizin und (was manche noch mehr wundern wird) auch die Moral und Politik und Logik im Grunde keine Tiefe und Größe, und haften so sehr an der Oberfläche der Dinge, weil sie, nachdem sie zu selbständigen und besonderen Wissenschaften geworden sind, nicht mehr von der Naturphilosophie ernährt werden⁹².“

Wir sind heute in Gefahr, diese Sätze in allzu ungünstigem Sinne aufzufassen, weil wir den Ausdruck „Naturwissenschaft“ so verstehen, wie sich diese Wissenschaft auf

Grund der Galilei—Descartesschen Methoden und Anschauungen entwickelt hat. Diese Anschauungen waren aber nicht die Bacons. Gegen die Konsequenzen dieser Anschauungen, besonders wenn man sie noch gar zur Grundlage der Geisteswissenschaften hätte machen wollen, würde sich Bacon gesträubt haben. — Freilich, selbst wenn man den Charakter der Naturwissenschaft im Baconschen Sinne nimmt, könnten uns die zitierten Sätze noch als übertrieben gelten. Wir müssen uns indessen billigerweise auch an das erinnern, was Bacon an anderer Stelle über die Einteilung der Wissenschaften gesagt hat. Gemäß der Baconschen Architektur der Wissenschaften, über die im nächsten Kapitel dieses Buches ausführlich berichtet werden wird, ist es ausgeschlossen, daß Bacon in systematischer Hinsicht die Wissenschaft vom Menschen und die Wissenschaft von der Gesellschaft (*scientia civilis*) auf das Fundament der Naturwissenschaft hätte stützen wollen. Alle diese Wissenschaften stehen vielmehr als koordiniert nebeneinander; eine gewisse prinzipielle Ungleichartigkeit zwischen ihnen ist von Bacon anerkannt worden. Die soeben zitierten Sätze könnte demnach selbst Bacon konsequenterweise wohl nur dann aufrecht erhalten, wenn sich dabei der besondere Zusammenhang ins Licht rücken ließe, in dem sie geschrieben sind. Dieser Zusammenhang aber ist ein geschichtlicher. Ob in den verschiedenen Epochen der Menschheit das Studium der Natur mit Ernst betrieben worden ist oder nicht, und welcher Einfluß sich daraus auf den Betrieb der übrigen Wissenschaften bemerkbar gemacht hat, diese Fragen sind es, die Bacon interessieren. Es ist nun klar, daß Zusammenhänge und Wirkungen der von Bacon bezeichneten Art in diesem breiteren kulturhistorischen und wissenschaftspädagogischen Sinne bestehen könnten, auch ohne daß die Naturwissenschaft das Fundament der übrigen Wissenschaften im erkenntnistheoretischen Sinne zu sein braucht. In jenem breiteren Sinne kann sie gleichwohl die Mutter der übrigen Wissenschaften heißen.

Daß bei Bacon gelegentlich Ungleichheiten der Auffassung zutage treten und daß solche auch im vorliegenden Falle angenommen werden können, soll schließlich nicht bestritten werden. So finden wir zum Beispiel am Schluß des gleichen Kapitels des *Novum Organum* eine Wendung, in der er die Gefühle und geistigen Auffassungen (*affectus et prehensiones intellectuales*) zu dem Gebiete der Naturwissenschaften

rechnet; dieses naturwissenschaftliche Wissen (diese elementare Psychologie, wie wir heute sagen würden) müsse mit den eigentlichen Geisteswissenschaften um des Nutzens der letzteren willen im Zusammenhange bleiben. Indem Bacon sich so ausdrückt, bedient er sich eines älteren Einteilungsschemas, das er in seiner eigenen strengeren Systematik (in seinem Werke: *De Dignitate et Augmentis Scientiarum*) nicht gelten lassen würde. Denn dort gehört die Psychologie nicht zu den Naturwissenschaften⁹³.

Die beiden kurzen Kapitel des *Novum Organum*, die wir hiermit erläutert haben, würden wir also summarisch, und ein wenig sie zurechtrückend, folgendermaßen erklären dürfen: Die einheitliche Methodenlehre aller Wissenschaften, die Induktion, die zu den Formprinzipien der Dinge hinführt, wird am besten und gründlichsten an den Aufgaben der Naturphilosophie sich enthüllen, und auf diesem Wege wird sie am besten erlernbar und auf andere Gegenstände übertragbar gemacht werden. Hierauf würde dann eine gewisse zentrale Stellung der Naturwissenschaften im Gange der geistigen Kulturgeschichte beruhen können.

2. DIE EIGENTÜMLICHKEIT DES BACONSCHEN FORMBEGRIFFES

Aristoteles hat gelegentlich aus seiner *Metaphysik* vier Prinzipien herausgezogen und sie für sich gesondert zusammengestellt; es sind dies die Prinzipien des Stoffes, der Form, der Ursache und des Zwecks. Indem nun Bacon den Begriff der Ursache noch einmal besonders ins Auge faßte und ihm einen höheren und allgemeineren Sinn zu geben sich getraute, als er ihn innerhalb jener viergliedrigen Reihe bei Aristoteles hatte, stellte er diesen ganz breiten und neuen Begriff der Ursache in Beziehung zu jenen vier genannten Prinzipien und gewann folgende neue Reihe: Stoff-Ursachen, Form-Ursachen, Ursachen-Ursachen und Zweck-Ursachen. Ursachen-Ursachen sagte er natürlich nicht, sondern er sagte an dieser Stelle „wirkende Ursachen“ (*causae efficientes*). Äußerlich betrachtet, kann dieses Umgehen mit dem Begriff „Ursache“ etwas frei und befremdlich scheinen; indessen konnte sich Bacon hierin auf eine längere Überlieferung und zuletzt zum Teil sogar auf Aristoteles selbst stützen. Denn Aristoteles hatte bereits gesagt, daß die drei letzten Arten von Prinzipien in manchen Fällen

zusammenfallen; in anderen Fällen allerdings sollten sie aus-einandertreten und unterscheidbar sein⁹⁴. Durch die Möglichkeit ihres Zusammenfallens scheint wohl schon vor Bacons Zeit der populäre Ausdruck entstanden zu sein, mit dem sie insgesamt nicht bloß als Prinzipien, sondern als Ursachen-Arten bezeichnet wurden. Streng Aristotelisch ist dies nicht.

Bacon geht also, wie von etwas Feststehendem, davon aus, daß es die genannten vier Arten von Ursachen gebe. Da die meisten heutigen Menschen aber diese Vierzahl der Ursachen-Arten nicht anerkennen, ja da sie vielleicht sogar bestreiten werden, daß sich ein bestimmter klarer und vernünftiger Sinn mit dieser Vierteilung verbinden lasse, haben wir nunmehr die Aufgabe, zu zeigen, was Bacon aus diesem Aggregat von Worten oder Begriffen für sein System der Logik gemacht hat. Insbesondere ist der Begriff der Form-Ursachen interessant.

Die Zweck-Ursachen erkannte er als wirklich an, entfernte sie jedoch aus dem Reiche derjenigen Wissenschaft, deren Methode er im *Novum Organum* lehren wollte. Darin liegt, daß er die teleologische (oder finale) Betrachtung für eine besondere Art hielt, in der man die Dinge ansehen kann, in der man sie aber nicht anzusehen braucht. Er lehrte, daß ein besonderer Teil der Metaphysik sich mit den Zweck-Ursachen zu beschäftigen haben werde. Ein anderer Teil der Metaphysik habe sich mit den Form-Ursachen zu beschäftigen und die niedere Naturwissenschaft habe sich mit den wirkenden Ursachen und den Stoff-Ursachen zu beschäftigen. Einen Unterschied zwischen wirkenden Ursachen und Stoff-Ursachen läßt Bacon in seinen wertvollsten Darlegungen kaum hervortreten; der feinere Interpret kann ihn vielleicht finden, doch ist er, wie gesagt, nicht sehr wichtig. Diese niederen Ursachen bringen das Getriebe gewöhnlicher mechanischer Maschinen zustande. Wenn man aber Gold machen könnte, so würde man dazu die Form-Ursachen kennen müssen. Wenigstens vernünftigerweise sollte das dann so sein; denkbar wäre es freilich auch, daß eine solche Erfindung auf Glück und Zufall beruhte. Die Hergänge gewöhnlicher mechanischer Maschinen gehören also nach Bacon in die niedere Naturwissenschaft; das Goldmachen gehört in die Metaphysik. Diese Trennung der Wissenschaften, die Bacon hier vorgenommen hat, ist anderen mit Recht als un-

zweckmäßig erschienen. Kuno Fischer sagt, daß Bacon diese Wissenschaft von den Formen oder Form-Ursachen lieber allgemeine Physik hätte nennen sollen.

Es ist jedoch nötig, daß wir nun zunächst nach Möglichkeit an der Baconischen Unterscheidung festhalten.

Wir konzentrieren unsere Darstellung im folgenden auf den Begriff der Formen oder Form-Ursachen bei Bacon.

Wenn wir uns das ganze Reich des Kosmos unter eine Anzahl gewaltiger, tief geheimnisvoller Formen, die dieses Reich innerlichst beherrschen und ordnen, verteilt denken, so haben die gewöhnlichen wirkenden Ursachen immer daneben noch ihre Rolle; sie laufen zum Teil zwischen den kleinen Zufälligkeiten der Erscheinungen, die mit der Form direkt nicht viel zu tun haben, hin und her, oder sie mögen auch „Vermittler“dienste zwischen Erscheinung und Form leisten. Heute freilich scheint es uns fast unmöglich, uns den Unterschied zwischen den großen Formen und dem kleineren Getriebe des Weltgeschehens durchgeführt zu denken; auch würden wir heute meinen, daß allein von der niederen Pforte der kleinen physikalischen Erscheinungen her der Weg in die tieferen Rätsel der „Formen“ hinein gefunden werden kann⁹⁵. Bacon hat wohl diesen Weg auch nicht verschmähen wollen, sondern er hat nur gemeint, daß, wenn man in den Regionen der niederen Physik verharret und stecken bleibt, man nichts Bedeutenderes zu entdecken vermag; sobald aber jemand von den niederen Regionen in das Studium der Formen hineingelangen würde, dann eben sei ihm eine entscheidende neue metaphysische Entdeckung gelungen. Diesen letzteren Weg hat er im *Novum Organum* lehren wollen. Wer nicht nach den Formen forscht, „durchbricht nicht die höher liegenden Schranken der Dinge“. Die Betrachtung der wirkenden Ursachen und Stoff-Ursachen, abgesondert von den Formen, bleibt „oberflächlich und äußerlich“⁹⁶.

Es ist vielen Auslegern aufgefallen, daß sich in Bacon's Begriff der Form ungleiche Überlieferungen mischen. Mit einem Fuß steht er im Altertum, mit einem Fuß in der Neuzeit. Wer die antiken Elemente der Lehre aufsucht, geht gern von dem Aristotelischen Formbegriff noch weiter auf die Platonische Ideenlehre und von da wohl noch zur Sokratischen Begriffsforschung zurück. Diese Interpreten geben sich dem Eindruck hin, daß es sich bei aller antiken Me-

thodik des Denkens immer um begriffliche Zerlegungen gehandelt hat. Mit Recht scheint es ihnen dann für den Vergleich mit Bacon weniger darauf anzukommen, welche ontologisch-metaphysische Kehrseite die verschiedenen griechischen Denker ihrer begrifflichen Methodik gegeben haben.

Andererseits aber bemerkt man, daß Bacon selbst seinen Formbegriff an der Idee des modernen Naturgesetzes erläutert. In solchem Gesetzesbegriff findet man etwas, das der Sokratisch-Platonisch-Aristotelischen Schule fremd ist. Man hat hier Anlaß, etwas Modernes an Bacon zu finden. Mit dieser oberflächlichen Kennzeichnung der zwei Wurzeln des Baconischen Formbegriffs könnte man sich zufrieden geben. Dazu hätte man noch das Beispiel von der Wärme heranzuziehen.

Ich gestehe meinerseits, daß mir eine völlig befriedigende Verbindung dieser beiden Bedeutungen und eine völlig befriedigende Klärung des Problems der Baconischen Formen auch heute als unmöglich erscheint, daß ich dies Problem aber dennoch einer tieferen Diskussion für wert halte, weil wir uns aus diesem Anlasse des Unzulänglichen und Dogmatischen bewußt werden können, das auch die sonst gangbaren Prinzipien unserer Naturanschauung und Naturwissenschaft an sich haben. Wir können helfen, wenn wir gerade hier, an Bacons Grundintuition, anknüpfen, daß uns für die Zukunft breitere und freiere und reichere Möglichkeiten der Spekulation offen gehalten bleiben. Und dies ist ja überhaupt der Sinn, in dem die meisten und besten philosophischen Schriften zu allen Zeiten geschrieben worden sind und in dem sie gelesen werden müssen. Wir werden daher die Materialien, die bereits hierüber von anderen Autoren zusammengetragen worden sind, und einiges wenige, das wir etwa selbst hinzuzufügen hätten, im folgenden in Kürze darlegen.

Wir erwähnen zunächst die Auffassung Kuno Fischers, obwohl gerade sie besonders unzulänglich ist. Sie ist namentlich durch Heußlers energische und tiefe Darlegungen überholt worden, der jedoch Kuno Fischer aus Höflichkeit geschont zu haben scheint und niemals gegen ihn polemisiert. Dadurch hat sich Kuno Fischers Darstellung bis heute noch in einem gewissen Ansehen erhalten können.

Kuno Fischer²⁷ modernisiert Bacon zu sehr. Er unterschlägt nicht jene Ausdrucksweisen Bacons, die mehr antik-

scholastisch hinsichtlich des Formbegriffes klingen; aber er scheut sich nicht, sie in dem mehr modernen Sinne aufzufassen und umzudeuten, zu dem ihm die hin- und her spielende Ausdrucksweise Bacons ja allerdings auch ein gewisses Recht läßt. „Die Form“, so resümiert Kuno Fischer Bacon, „ist der Inbegriff der wesentlichen Bedingungen, aus denen die Erscheinung notwendig hervorgeht. Diese Form gesetzt, sagt Bacon, so ist die Erscheinung unfehlbar da, die Form aufgehoben, so ist die Erscheinung unfehlbar entschwunden: sie ist der Wesensgrund (*fons essentiae*), aus dem die Erscheinung folgt.“ Im gleichen Sinne glaubt Kuno Fischer den folgenden Satz Bacons zitieren zu dürfen: „Es ist ganz dasselbe, ob ich Form der Wärme, Form des Lichtes oder Gesetz der Wärme, Gesetz des Lichtes sage.“

Kuno Fischer war selbst nicht nahe genug mit dem Wesen der Naturwissenschaft vertraut, um das Unzulängliche richtig zu empfinden, das in seinen Zurechtschiebungen immer noch bleibt. Denn „Gesetz“ ist nicht gleich „Ursache“²⁸. „Der Inbegriff der Bedingungen, aus denen eine Erscheinung notwendig hervorgeht“, ist ebenfalls ein recht dunkler Ausdruck. Ist dies das Antezedens? Oder ist es ein Äquivalent der zu erklärenden Erscheinung, das man sich aus der gesamten räumlichen und zeitlichen Umgebung derselben heraus schneiden kann? Wir verfolgen diese Fragen hier nicht, sondern weisen nur darauf hin, daß sich der Schwerpunkt des Ursachenbegriffs bei einem solchen Hin und Her von Worten fortwährend verschiebt, und daß daher über die wirkliche Natur dessen, was man als Ursache sucht und zu suchen berechtigt ist, noch durchaus Unklarheit herrscht. Kuno Fischer sieht nicht klarer als Bacon, indem er als sein Interpret ihn zu einer moderneren Sprache herüberzieht. Heußler interpretiert ihn besser. Es sei leicht, sagt Heußler, aus Bacon eine Zwischenfigur zu machen, wenn man das Altüberkommene und die modernen Antizipationen zusammenstellt. Er möchte ihn aber außerdem gern zugleich noch tiefer und einheitlicher verstehen. Aber obwohl Heußler mit Recht der Formenlehre die größte Beachtung und die sorgfältigsten Analysen schenkt, so wendet er sich doch schließlich resigniert wieder von ihr ab. Vielleicht hat Heußler einen Fehler darin begangen, daß auch er die Baconschen Lehren zu sehr auf Lösungen reduzieren wollte, die wir heute

vollkommen durchschauen können und die uns allen geläufig sind, anstatt etwas auch heute noch Ungeklärtes in ihnen als Geheimnis zu belassen.

Heußler stellt also jene Dualität in den Wurzeln und in der Bedeutung des Baconischen Formbegriffes fest, von der wir schon sprachen. Er bemüht sich nicht, diesen Dualismus durch Beiseiteschiebung des einen oder des anderen Bestandteiles zu überwinden. Diese Baconische Konzeption sei ein geniales Wagnis⁹⁹.

Wir werden zunächst den antiken Bestandteil dieses Formbegriffes etwas sorgfältiger betrachten. Die Gegenstände der Begriffsforschung nach antiker Methode sind meist solche Dinge und Eigenschaften, die sich dem naivsten Bewußtsein am direktesten aufdrängen. Die Wärme zum Beispiel, die weiße oder auch die rote Farbe, der Tod, sind solche Begriffe von Erscheinungen („einfache Naturen“), hinter denen Bacon ein Formprinzip sucht. Im Hinblick auf die Allgemeinheit dieser Erscheinungen, sagt Bacon, dürfen diese Formprinzipien abstrakt heißen; aber man soll sich hüten, hier an eine Abstraktheit des Daseins der Formen (in metaphysischer Verselbständigung, außerhalb der Dinge) zu denken. Die metaphysisch-realistische Ausdeutung der antiken Methodik will er nicht in sein System mit hineinnehmen¹⁰⁰.

Trotz der Ablehnung des Begriffsrealismus heißt aber dennoch die Form *ipsissima res*, und das, was wir gewöhnlich ein konkretes Ding nennen, ist nur soviel wie eine Kombination von Formen¹⁰¹. Bacon gebraucht für diese konkreten Dinge oder zusammengesetzten Naturen („Löwe, Adler, Rose, Gold“) zwar das Wort Substanz; aber er sagt „sogenannte Substanz“ und scheint sich hierbei eben nur an die naive Anschauung oberflächlich im Ausdruck anlehnen zu wollen. Es ist, als ob er sagen wollte, Substanz sei nichts anderes als das Zusammenbestehen vieler Naturen in einer individuellen, konkreten Verbindung¹⁰².

Form wäre also ein objektives Sein in der Welt, das aber nur in den einzelnen Dingen auftritt und dort als das objektive Gegenstück dessen existiert, was wir bei der naiven getriebenen Beobachtung zunächst als Natur oder Eigenschaft zu erfassen glauben. Ein Ding wäre soviel wie eine Verbindung von Formen. Nehmen wir noch den Aktivismus Bacons hinzu, demzufolge er nicht an ruhendes Sein, sondern überall nur an Bewegung glauben möchte, so wäre Form nur der jedes-

malige Vorgang, „der die einfache Eigenschaft, z. B. die Wärme, das Licht, die Schwere, hervorbringt, wie sie in jedem dafür empfänglichen Stoffe (Materie) besteht“.

Aber muß uns hier nicht wieder das Wort Stoff (= *materia*) stutzig machen? Ich entscheide nicht, wie weit es möglich wäre, in die diesbezüglichen Ansichten Bacons einen lückenlosen Zusammenhang zu bringen. Es sind dies bekanntlich Fragen, die bereits den Zeiten der Scholastik beständig zu schaffen gemacht haben.

Wir dürfen in dieser Hinsicht unsere Fragen, die wir an Bacon richten, nicht zu scharf zuspitzen. Eine abstrakte Spekulation, wie sie etwa einem Aristoteles oder Berkeley oder Spinoza eigen war, lag ihm, wie wir schon gesehen haben, fern; er dachte nur über das nach, was ihn vorwärts zu führen schien; die letzten metaphysischen Geheimnisse überließ er der religiösen Offenbarung, oder, wenn er sich philosophisch darüber ausdrückte, machte es ihm nichts, höchst ungleich und obenhin darüber zu sprechen und sich dabei lässig an Aristotelische Traditionen anzulehnen¹⁰³.

„Ich entferne und trenne mich niemals von den Dingen selbst und von den erzeugenden Vorgängen¹⁰⁴“. Dies ist sein Bekenntnis gegen realistisch metaphysische Deutungen der Formenlehre im Platonischen Sinne und gegen Aristotelische oder scholastische Formeln über die letzte Materie.

Heußler sagt, Bacon wolle weder die Platonische Transzendenz noch die Aristotelische Immanenz anerkennen. Bacon selbst hat sich über Platon hinsichtlich der Formenlehre folgendermaßen geäußert, wobei denn allerdings doch eine Immanenzauffassung nach Aristotelischer Art hindurchzuleuchten scheint. „Es ist offenbar, daß Platon . . . in seiner Ideenlehre erkannt hat, daß die Formen das wahre Objekt der Wissenschaft seien, obwohl er diese so wahre Ansicht nicht fruchtbar zu machen verstand, indem er von der Materie gänzlich abgetrennte, nicht innerhalb der Materie begrenzte Formen betrachtete und festhielt. Daher ist es gekommen, daß er zu theologischen Spekulationen abbog, was seine ganze Naturphilosophie verunreinigt und befleckt hat¹⁰⁵.“

Um außer dem Wärmebeispiel nun noch ein weiteres Beispiel dafür zu haben, in welcher Art Bacon eine Form-Erkenntnis erstrebte, betrachten wir jetzt seine Erklärung vom Wesen des Weißen. Der Wellenschaum ist weiß. Bei

dieser Erscheinung, so wird ausgeführt, sind Wasser und Luft in kleine Teile zerstückelt und miteinander gemischt. Auf demselben Prinzip beruht die weiße Farbe des Schnees. — Allein es braucht nicht Wasser zu sein; auch andere Stoffe können das Wasser in dieser Rolle vertreten; wir werden also unser Prinzip weiter fassen müssen. Pulverisiertes Glas z. B. oder pulverisierter Kristall ergeben dieselbe Erscheinung einer grellen schönen weißen Fläche. Also werden wir an Stelle des Wassers sagen: es muß ein durchsichtiger und ungefärbter Körper sein, fest oder flüssig; man muß ihn nur zerstückeln können. Denn auch geschlagenes Eiweiß ergibt die schöne weiße Farbe. — Aber dieser durchsichtige Körper kann sogar auch selbst farbig sein, und dennoch wird eine weiße Fläche entstehen können; dies sieht man am Schaume des Bieres. Auch kann man Ambra oder Saphir pulverisieren und erhält die Erscheinung des Weißen. So, sagt Bacon, müßte man fortfahren, um zur Erkenntnis der Form des Weißen zu gelangen. Er teilt nur ein vorläufiges Gesamtergebnis mit, zu dem er gelangt ist, und das ist folgendes.

Absolute Proportionalität in der Lagerung der kleinsten Teile eines Körpers müsse es sein, die Durchsichtigkeit erzeugt. Es müsse aber verschiedene Arten zusammengesetzter Lagerung geben, in denen sich eine gewisse Gleichheit mit irgendeiner bestimmten Ungleichheit in der Lagerung verbinde. Daraus müssen Weiße, Schwarze und die übrigen Farben entstehen. Die verhältnismäßig einfachste Ungleichheit in der Lagerung werde es sein, die das Prinzip des Weißen ausmacht. Eine mehr zusammengesetzte Ungleichheit bringe die verschiedenen anderen Farben hervor, und eine absolute Ungleichheit bewirke die Erscheinung des Schwarzen. Wie diese Gleichheiten und Ungleichheiten näher beschaffen sind und in welcher bestimmten Art sie sich miteinander verbinden, vermag Bacon nicht anzugeben. Noch folgendes fügt er hinzu, das zu weiteren Studien anleiten könnte: Weiße und Schwarze sind niemals mit Durchsichtigkeit vereinbar, während die übrigen Farben es doch sind. Weiße und Schwarze kommen nicht im Regenbogen vor, ebenso auch nie in den natürlichen Kristallen. Die Blumen sind im allgemeinen frischfarbig und nur selten schwarz. Schwarz läßt sich nur schwer färben. Weiß hat eine gewisse Verwandtschaft zur Trockenheit, Schwarz zur Feuchtigkeit¹⁰⁹.

Man gewinnt den Eindruck, daß dies eine Weiterbildung der antiken Begriffs-Forschungs-Methode in die Gebiete der Naturbeobachtung und des Experiments hinein ist. Denn es ist nichtsdestoweniger energisch-sinnliche Erfahrungsforschung; vielleicht ist es der einzige Weg, den ein jeder Neuerer der Renaissance hätte beschreiten müssen, um von den Büchern des Aristoteles zum Buche der Natur zu gelangen, wofern er den Weg der mathematischen Analyse Galileis nicht kannte. Man wird beim Lesen der Ausführung über das Weiße vielleicht betroffen sein über die Hilflosigkeit des Menschengenies gegenüber den Wundern der Welt, die hier hervortritt. Man wird aber wieder auch anerkennen müssen, daß Bacon auf halbem Wege der Wahrheit entgegengegangen ist. Denn offenbar beruhen doch die Farben der Dinge auf der atomistisch-molekularen Struktur der verschiedenen Materien. Bei der Entschiedenheit der Kontraste gewisser Tatsachen auf diesem Naturgebiet und bei der klaren Sprache gewisser von Bacon angegebener Experimente war gerade dieses Feld für die Erprobung der Baconischen Induktion ziemlich einladend. Die Natur schien hier dem Denker bestimmte Winke zu geben. Aber sie täuschte dennoch die Hoffnungen Bacons.

Eine bestimmte Art der Lagerung würde also die Form-Ursache der Weiße oder wenigstens ein Beitrag zu ihrer Erkenntnis sein, ebenso wie eine bestimmte Art des Bewegungszustandes die Formursache der Wärme sein würde¹⁰⁷. Es kommt aber bei der Weiße noch hinzu, daß nach der tieferen Anschauung Bacons nur ein Geschehen, eine Bewegung Form sein kann; hieraus würde sich ergeben, daß wir erst noch das tiefere Wesen des Lichtes kennen müßten, um die Form der Weiße angeben zu können. Die ruhenden Molekularstrukturen der weißen Körper allein könnten uns also in keinem Falle die volle Lösung des Form-Problems geben.

Was nun Bacon weiter plante, war folgendes. Wessen Form man vollkommen erfaßt hat, das kann man herstellen; denn die Form ist nach seiner Meinung zugleich das Prinzip der Erzeugung einer Sache. Ein bestimmtes Produkt, wie etwa das Gold, wird gleichzeitig mehrere Eigenschaften haben. Man muß also die Formprinzipien aller dieser Eigenschaften kennen; dann kann man Gold herstellen. Denn „einen Körper kann man wie einen Haufen oder eine Ver-

bindung einfacher Eigenschaften auffassen¹⁰⁸. „Wenn man nun die Formen und Wege kennt, wie das Gelbe, das Gewicht, die Dehnbarkeit, die Festigkeit, der Fluß (*fluor*), die Lösungen (*solutiones*), und alles übrige in den richtigen Graden und Weisen beigebracht werden kann, so wird man diese Eigenschaften auch in einem Körper zu verbinden verstehen, und daraus folgt dann die Umwandlung in Gold . . . Man wird höchstens in der Ausführung mehr beschränkt sein, wenn vieles zugleich verlangt wird, weil es schwer ist, viele Eigenschaften zu verbinden¹⁰⁹.“

Wir wollen noch einen Augenblick bei der Kunst, Gold zu machen, verweilen. Bacon führt in diesem Zusammenhang seinen uns schon bekannten Unterschied zwischen der Metaphysik der Formen und der Naturwissenschaft der *causae efficientes* in einer besonderen Weise in die Betrachtung ein. Nachdem wir fingiert haben, daß aus den Formen Körper zusammengesetzt werden können, sehen wir gleichsam geistig zu, wie diese Körper anfangen, sich durcheinander zu bewegen. Dies ist dann nicht mehr der Boden der elementaren Metaphysik, sondern der Boden der Physik, auf dem wir dann stehen. Wir können nicht umhin, uns auch auf diesem Boden umzusehen, selbst wenn wir Gold machen wollen, — was wir ja theoretisch auf Grund des vorher Gesagten allein schon können müßten. Aber praktisch müssen wir uns doch um die einzelnen wirklichen Körper bemühen, welche wir vorfinden; nur mit ihrer Hilfe können wir den gedachten metaphysischen Prozeß ins Rollen bringen. „Hier schreitet man also nicht mittels einfacher Eigenschaften vorwärts, sondern mittels vollständiger Körper, wie man sie in dem gewöhnlichen Lauf der Natur antrifft.“ Diese zweite Art der Wissenschaft gilt als äußerlicher und niedriger als die erste. Bacon vergleicht sie in dieser Hinsicht dem Studium der Muskelbewegungen beim Sprechen. Es seien dies Dinge, „die gleichsam als besondere und eigentümliche Gewohnheiten der Natur, aber nicht als fundamentale und allgemeine Gesetze, welche die Formen begründen, gelten können“. „Dennoch“, sagt er, „muß man anerkennen, daß diese Art ausführbar ist und uns näher steht und mehr Hoffnung gewährt als jene erste.“

In solchen Zusammenhängen spricht Bacon viel von verborgenen Prozessen. Auch dieser Begriff gehört nicht in die Lehre von den Formen, sondern in jene abhängige, zweite

Wissenschaft, die mehr äußerliche Physik, hinein, von der wir jetzt sprechen. Aber indem sich Bacon dieser niederen Wissenschaft zuwendet, wünscht er auch sie zu verbessern und zu vertiefen¹¹⁰. Daher macht er darauf aufmerksam, daß „alle Wirksamkeit in der Natur sich durch die kleinsten Teile vollzieht, oder wenigstens durch Teile, die so klein sind, daß sie den Sinnen entgehen“. Dieser verborgene Prozeß liegt im Gebiete der „sogenannten Substanzen oder konkreten Gegenstände“. An dieser Textstelle¹¹¹ wird besonders deutlich, daß alle diese Ausdrücke, wie „Substanzen“ usw., nichts Fundamentales, sondern etwas Abgeleitetes bedeuten und in eine Wissenschaft zweiten Ranges gehören sollen. Das gilt auch für die konkreten einzelnen Dinge, wie den Löwen, den Adler, die Rose. Nur auf diese Verbindungen wird von Bacon der Begriff der „sogenannten Substanzen“ bezogen.

Neben die Aufgabe, den verborgenen Prozeß zu erforschen, würde die Aufgabe treten, den verborgenen Schematismus zu erforschen; dies ist es, was wir heute die Struktur der Materie nennen würden. Weder der verborgene Prozeß noch der verborgene Schematismus sollen aber bereits das sein, was Bacon Form nennt. Die abstrakte Feinheit dieses erhabenen Unterschiedes, der die Formen auszeichnet, bleibt etwas in Nebel gehüllt. Wahrscheinlich handelt es sich nur um den Fortschritt zur letzten präzisen Fassung einer Definition, wobei dann Bacon vielleicht gehofft haben mag, daß er von der groben Materialität der verborgenen Prozesse und Schematismen wieder mehr freikommen und sich in rein begrifflicher Weise würde ausdrücken können. Dieser Punkt bleibt, wie gesagt, etwas dunkel¹¹².

Die Baconsche Bemühung um die Form des Weißen, zu deren Betrachtung wir jetzt abschließend zurückkehren, kann uns in methodischer Hinsicht an manche Aristotelischen Begriffs-Untersuchungen erinnern. Es herrscht die gleiche Methode dort wie hier; sie besteht in der Absuchung grob-empirischer Merkmale. Wir haben gesehen, daß Bacon diesen Prozeß der Absuchung aller möglichen Merkmalsrelationen bei der Weiße nicht ganz durchführt; es tritt plötzlich eine Lücke ein und wir treffen Bacon erst wieder, nachdem er sich eine Anschauung von einer irgendwie molekularen Struktur der Materie, auf der die Farbenwirkungen beruhen könnten, gebildet hat. Aber hier strebt er

dann nicht etwa der schärferen Detaillierung der anschaulich bestimmten Vorstellungen zu — vielleicht nur deshalb nicht, weil die Anhaltspunkte ihm jetzt fehlen —, sondern er ist geneigt, sich mit einer bloßen Verbindung von ziemlich vagen Begriffen aus der Welt dieser räumlichen Schematik zu begnügen. Er scheut nicht vor Begriffen, wie „einfache Ungleichheit“ und „zusammengesetzte Ungleichheit“ zurück, sondern er nimmt jetzt diese Begriffe als Vorstufen zu einer Erkenntnis hin, von der er ehrlich und gewissenhaft gesteht, daß er sie endgültig und fertig noch nicht besitze. Auch wir Heutigen behelfen uns noch bei vielen Problemen mit so oberflächlichen begrifflichen Skizzierungen; nur speziell bei physikalischen Problemen ist es aus der Mode gekommen, daß man derartige halbfertige Gedanken in solchen Formen fixiert; man schweigt dann lieber¹¹³.

Je mehr man das Dingliche im Formbegriff betont, um so mehr gewinnt derselbe an antiker Färbung. Das Dingliche kennzeichnet Heußler, indem er folgende Ausdrücke aus Baconstellen zusammenträgt: „Die Form ist *ipsissima res*, und die erscheinende *res* unterscheidet sich nicht anders von der Form, als sich unterscheiden: *apparens et existens, aut exterius et interius, aut in ordine ad hominem et in ordine ad universum*¹¹⁴.“ Es scheint Heußler, als ob die verschiedene Natur verschiedener Problemgegenstände den Bacon bald mehr auf diese, bald mehr auf jene Seite hin gedrängt hätte. Die Korpuskularbewegung der Wärme legt Bacon den Terminus Gesetz nahe — so sagt Heußler —, während in anderen Fällen die phänomenale Eigenschaft, welche konstant und ruhend auftritt, ihm den Terminus *res* = Ding nahelegt. Wäre dies, sagt Heußler, eine etwas fragwürdige Begriffsmischung, so wäre doch dieses Zusammenwerfen des Ungleichen weit weniger schlimm zu nennen und weit weniger von bedenklichen Folgen begleitet, als es etwa bei Spinoza die durchgängige Verwechslung von *causa* und *ratio* ist.

Der Eindruck von der antik-begrifflichen Seite der Baconschen Methodik verstärkt sich noch, wenn wir hören, daß es ihm auf eine sich zuspitzende Pyramide von Formbegriffen ankommt. Die Spitze dieser Pyramide scheint im Aristotelischen *actus purus* liegen zu sollen. Doch das tritt nur gelegentlich hervor. „Wenn wir von Formen sprechen, verstehen wir darunter nichts anderes als jene Gesetze und De-

terminationen des *actus purus*, welche eine einfache Natur, wie die Wärme, das Licht, das Gewicht, in einem dafür empfänglichen Objekte konstituieren¹¹⁵."

Im Zusammenhang hiermit werden wir den wichtigen Baconschen Begriff und Ausdruck der Differenz erklären. Bekanntlich heißt „spezifische Differenz“ in der Logik dasjenige, was einen bestimmten Unterbegriff von dem zugehörigen allgemeinen Oberbegriff unterscheidet. Die soeben genannten Determinationen des *actus purus* würden also auch die spezifischen Differenzen der Wärme, des Lichtes, des Gewichtes genannt werden können. Daher heißt es bei Bacon auch, wenn er seinen Formbegriff durch Häufung von Bildern und durch Heranziehung anderer philosophischer Kunstausdrücke zu verdeutlichen sucht: die Form einer gegebenen Natur ist „ihre wahre Differenz, oder ihre *natura naturans*, oder ihr *fons emanationis*: denn diese Worte haben wir, welche der Bezeichnung der Sache am nächsten kommen¹¹⁶." Man kann diesen Baconschen Ausdruck „Differenz“ gleichzeitig auch aus dem methodischen Forschungsprozeß herleiten. Methodisch genommen, ist Differenz das Spezielle, was sich aus der Vergleichung der Instanzen tafeln als das Wesen oder die Form einer Sache ergibt.

Die Linie zum Aufstieg in ein noch höheres Allgemeines beim Studium der Formen tritt besonders deutlich in folgenden Worten hervor: „Die wahre Form ist eine solche, daß sie die gegebene Natur aus einer Quelle des Seins herleitet. Diese Quelle des Seins muß mehreren Naturen innewohnen und allgemeiner sein, wie man zu sagen pflegt, als die gedachte besondere Form selber". Man sieht, daß dem Bacon hier ein Stufenreich von Begriffen oder Prinzipien vorschwebt, da es noch etwas Allgemeineres als die besonderen metaphysischen Formbegriffe geben soll. Man könne, sagt Bacon, dies auf den Ausdruck einer methodischen Forderung bringen, welche also lautet: „Es soll eine Form gefunden werden, welche mit der gegebenen Natur vertauschbar ist und welche doch auch als Limitation einer sonst in der Natur bekannten Eigenschaft gefaßt werden kann, die somit die wahre höhere Gattung darstellen würde¹¹⁷." Am Beispiel der Wärme = Natur verdeutlicht sich dies folgendermaßen: Die wahre höhere Gattung wäre hier Bewegungszustand überhaupt; die Limitation (oder spezifische Differenz) dieses Oberbegriffs wäre dann diejenige

bestimmte Bewegung, welche das spezielle Wesen der Wärme ausmacht.

Die antik orientierte Bedeutung des Formbegriffs bei Bacon hat demnach eine Auswirkung, die sich recht gut mit den Worten des Engländers Ellis wiedergeben läßt: es sei hier eine Analyse des Konkreten ins Abstrakte beabsichtigt und gefordert. Diese Formel ist eine geschickte Etikettierung; eine adäquate Verdeutlichung gibt sie allerdings nicht.

Der Begriff des Gesetzes im modernen Sinne, der ja auch zur Verdeutlichung des Formbegriffs gebraucht wird, hat bei Bacon keine so charaktervolle Ausprägung und Kraft, daß es sich lohnte, hierbei lange zu verweilen. Wohl aber ist es der Mühe wert, die wahrscheinlichen Motive, die Bacon zu einer neueren Auffassung hingeführt haben, hervorzu- ziehen. Das wichtigste dieser Motive ist ein allgemeines Hin- drängen jener Zeit auf eine Anschauung nach Art der Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten. Man begreift auch sofort, daß in diesem Motiv ein wichtiges Zentrum für die Baconsche Verdoppelung der Welt in Naturen und For- men gelegen haben muß. Es kommt freilich bei Bacon kei- neswegs zu einer ausgesprochenen Überzeugung dieser Art, wie wir sie etwa bei Galilei und später bei Locke finden. Vielmehr wird der Gegensatz dieser beiden Seinsschichten, der dem Unterschied der primären und der sekundären Qua- litäten entspricht, von Bacon in sehr viel freierer Weise und sehr viel weiter gefaßt. Die sinnliche Erscheinung heißt ihm in freier und weiter Anschauung das Äußere der Dinge (*exterius*); sie heißt ihm der *ordo ad hominem*, im Gegen- satz zum *ordo ad universum*. Wenn wir Heußler glauben dürfen, so ist das „*calidum ad sensum*“ eine „Natur“; die zugehörige „Form“ heißt „*ipsissimus calor*“ und ist ein Bewegungszustand. An diesem Beispiel ist der Dualismus, der von der Baconschen Methodenlehre in die gesamte Na- turphilosophie hineingetragen wird, leicht verständlich. Heußler legt den Aphorismus II 20 so aus, wie ich es hier soeben dargestellt habe; ich bemerke jedoch, daß dies von Bacon nicht deutlich und ausdrücklich so gesagt ist; er sagt nicht, daß die von Menschen gefühlte Wärme als „Natur“ (oder Erscheinung) anzusprechen sei. Vielleicht legt hier Heußler von dem Gegensatz der sekundären und primären Qualitäten zu viel in Bacons Unterscheidung von Natur und Form hinein. Ich glaube, daß Bacon es nicht

so eng gemeint hat. Aber daß diese uns heute beherrschende Unterscheidung auch in Bacon wenigstens unbewußt wirksam gewesen ist und ein starkes Motiv für die Entstehung seiner Formenlehre abgegeben hat, das darf man wohl annehmen.

Bacon wollte sich nicht gern auf die engen Vorstellungen der Atomistik der Materie allzutief einlassen, sondern lieber eine philosophisch breitere Anschauung für reichere und tiefere Möglichkeiten, die im Schoße der Natur liegen mochten, offenhalten. Der Ausdruck Gesetz läßt darin einige Freiheit und Unbestimmtheit. Auch mag die Tradition des Aristoteles hier hinsichtlich des Bewegungsbegriffes von Einfluß gewesen sein. Bekanntlich führt Aristoteles alles Geschehen in der Natur auf Bewegung zurück; dieser allgemeine Begriff der Bewegung hat aber bei Aristoteles einen weiteren Sinn als nur den von mechanischer Bewegung. Durch die Undeutlichkeit, die in diesem breiten Aristotelischen Ausdruck liegt, war es dem Geiste eines Übergangszeitalters möglich, hier, in dieser wichtigen Prinzipienfrage der Naturauffassung, einen schwebenden und stets verschiebbaren Standpunkt einzunehmen. Die Entwicklung des Prinzips der Bewegung in der Linie auf Galilei zu und zum einseitig konsequenten Kartesianismus der Naturanschauung hin führt dicht an Bacons Ansätzen vorbei. Aber zugleich mag sich Bacon gegen jene äußerste Konsequenz gewehrt haben, weil ihm die rein mechanistische Denkweise wie eine neue Art von Scholastik vorkam, unphilosophisch, unmusisch und eng¹¹⁸.

Soweit aber Bacon jener zu Descartes führenden Tendenz nachgibt und sich dahin gedrängt sieht, die Natur mehr oder weniger mechanisch zu deuten, wird er wieder ein wenig von der antiken Begriffstechnik und von der „Analyse des Konkreten ins Abstrakte“ abgedrängt. Es tritt statt dessen dann die Idee einer mehr räumlich-zeitlichen Analyse der Erscheinungen hervor. Wollte man auch diese Art von Analyse abstrakt nennen, so ist sie es doch jedenfalls nicht in jenem antiken Sinne einer Zuspitzung von Begriffen und Begriffspyramiden. Wir finden in dieser neuen Linie nun auch Ausdrücke bei Bacon, in denen er sich geradezu gegen die Tendenz zum Begrifflich-Abstrakten wendet und ein „Sezieren der Natur“, also eine räumliche Analyse, den Forschern ans Herz legt. „Der, welcher recht

und nach der Ordnung verfährt, muß eine Sektion, nicht eine Abstraktion der Natur vornehmen"¹¹⁹. „Der menschliche Intellekt wird durch seine eigene Natur zum Abstrakten getrieben und bildet sich ein, das, was fließend ist, sei beständig. Besser aber ist es, die Natur zu sezieren als sie zu abstrahieren: was die Schule des Demokrit getan hat, welche mehr als die übrigen in die Natur eingedrungen ist.“

Diese auf räumliche Sezierung der Natur hindrängende Gesinnung kann mit einer Tendenz zum Atomismus Hand in Hand gehen, braucht dies aber nicht zu tun. Bacon sucht eine mittlere Stellung in der Frage des Atomismus einzunehmen; die Aufsuchung irgendwelcher kleinen Teile, die sich in der Struktur der Materie nachweisen lassen, ist ihm wichtig; aber der metaphysische Streit um letzte Prinzipien ist ihm, in dieser Frage ebenso wie in manchen anderen, unerwünscht. Er hält sich in seinen späteren reiferen Darlegungen geflissentlich davon zurück. Man soll also nicht von Atomen sprechen (was ja so viel heißt als: weiterhin unteilbaren Einheiten) und nicht von einem absolut leeren Raume zwischen ihnen, sondern man soll sich beschränken, nur auf jene „wahren kleinsten Teile, wie sie der Versuch ergibt“, sein Augenmerk zu richten. In diesem Kapitel¹²⁰ ist es übrigens, daß er auch der modernen mathematisierenden Tendenz in der Naturwissenschaft am meisten entgegenkommt. „Die Arbeit wendet sich vom Verwickelten zum Einfachen, vom Unmeßbaren zum Meßbaren, vom Unfaßbaren zum Berechenbaren... Am besten schreitet die Naturforschung vor, wo das Physische im Mathematischen endet. Auch die gewaltig großen Zahlen und die kleinsten Bruchteile braucht dabei niemand zu fürchten. Denn in den durch Zahlen zu erledigenden Dingen kann man ebenso leicht das Tausend wie die Eins setzen und sich vorstellen, und der tausendste Teil ist ebenso leicht begreiflich wie das Ganze, die Einheit.“

Jene eigentümliche und hochbedeutende methodische Gesinnung, die ihn dazu treibt, alle Forschung im Rahmen der mittleren Allgemeinheit zu halten, zeigt sich aber in prächtiger Deutlichkeit hinsichtlich der Atomenlehre an folgender Stelle¹²¹: „Man hört nicht auf, die Natur begrifflich zu trennen, bis man jenen nur als der Möglichkeit nach seienden und formfreien Urstoff erreicht hat, und man hört nicht auf, die Natur zu zerschneiden, bis man zu jenem

Unteilbaren (dem Atom) gekommen ist, — Bestimmungen die, selbst wenn sie wahr wären, doch das Heil der Menschen wenig befördern könnten“. Solche Ausschreitungen der Phantasie, sagt er im darauffolgenden Paragraphen, schaffen Götzenbilder in der Wissenschaft, die dann nicht mehr beseitigt werden können. „Man überschreitet hier... das rechte Maß, ... man macht die Wissenschaften zu einem willkürlichen Werk der Magister.“ „Bei solchem Philosophieren wird alle Mühe... auf die letzten Prinzipien und Elemente der Natur verwendet, während doch aller Nutzen und alle Macht, etwas zu wirken, nur in den mittleren liegt.“

Wir haben also zwischen der antik-dinglich-begrifflichen Auffassung der Formenlehre und der modernen unterschieden, welche letztere in dem Ausdruck, Form sei Gesetz, festgehalten wird. Wir konnten diese letztere Auffassung weder geradezu an den Namen Galileis, noch an den Descartes' anlehnen. Wir haben es vorgezogen, die moderne Seite des Baconischen Formbegriffes nur in freier Weise an der Hand der Unterscheidung der sekundären und primären Qualitäten, ferner an der Hand des Aristotelischen und des modernen Bewegungsbegriffes und schließlich auch noch an der Hand des Ideals eines räumlichen Sezierens der Natur zu erläutern.

So suchten wir uns den Blick für etwas möglicherweise Richtiges in Bacons Lehre offen zu halten, das in der Sprache anderer überlieferter oder heute gangbarer Gesamtansichten vielleicht mit Unrecht hätte entgleiten und verschwinden können. In der Tat: wir heben jetzt einen merkwürdigen Umstand hervor, der zeigt, daß es hier in der Linie des Baconischen Formensuchens noch mehr zu sehen gibt, als man zunächst zu sehen gewöhnt ist. Es gibt ja doch eine moderne Erklärung der Natur, welche sich auf den Begriff von Kräften stützt. Das tut Bacon freilich nicht. Wer es aber tut, der hat damit doch eigentlich eine Welt der Formen vor Augen, welche hinter der Welt der Erscheinungen steht. Dies fühlend und scheu vor dieser quasi-metaphysischen Konsequenz zurückweichend, haben einige ganz moderne, extrem-positivistische Naturforscher allerdings den Kraftbegriff ganz eskamotieren wollen. Aber es ist das doch wohl, nach der Ansicht der meisten, nicht gelungen. Bacon hatte diesen Kraftbegriff nicht vor Augen,

das Grundprinzip seiner Formenwelt war die Bewegung selbst, der *actus purus* der Aristoteliker. Viele machen dem Bacon einen Vorwurf daraus. Aber, offen gesagt, auch wer die Naturbewegungen aus Kräften erklärt, ist Baconiker, ohne es zu wissen; ja er ist sogar in drastischerer Weise ein Gläubiger des Formen-Reiches als Bacon selbst. Das haben Sigwart und viele andere, die den Bacon in ähnlicher Weise wie Sigwart bekämpfen, nicht gesehen. Wir aber stellen hiermit fest, daß in dieser Spaltbarkeit des Kosmos in wirkende Kräfte und verursachte Bewegungen wieder noch ein neues mögliches Motiv für die Formenlehre Bacons liegt. In Bacon freilich selbst hat dieses Motiv nicht gewirkt, wenigstens können wir das nicht leicht nachweisen. Aber, wenn eine solche spezielle Entwicklung, wie sie im physikalischen Dynamismus vorliegt, überhaupt möglich war, so schließen wir daraus, daß es auch noch andere ähnliche Möglichkeiten der Natur-Interpretation geben könnte oder künftig noch einmal geben mag, und daß wir jedenfalls berechtigt sein dürften, das Kategorienpaar von Wesen und Erscheinung, oder von Form und Natur, für die Methodologie (und einen ihr korrespondierenden Ansatz in der Naturphilosophie) beizubehalten.

Sigwart sagt: „Es fehlt ihm (dem Bacon) durchaus der Begriff der Kraft, der in unserer heutigen Physik die Hauptrolle spielt. Statt aus Kräften, wie wir, erklärt Bacon aus Begriffen. Wenn er die Bewegung untersucht, so führt er die verschiedenen Bewegungen nicht auf Kräfte zurück, sondern nur auf verschiedene Arten von Bewegungen; er unterscheidet nicht Attraktions- und Repulsionskräfte, sondern Attraktions- und Repulsionsbewegungen¹²².“

Bacon war aber darum nicht etwa mechanistisch-moderner als Sigwart; er vertiefte sich in den Begriff der Bewegung vielmehr in spekulativer Weise; diese Bewegung, als Formprinzip, bedeutet für ihn mehr als irgendeine beliebige Bewegung in der Erscheinungswelt, welche jetzt beginnt und bald darauf anhält. Wir fühlen etwas von dieser tieferen spekulativen Glut und dieser tieferen Dignität des Baconschen Bewegungsbegriffes aus folgender Bemerkung hervorleuchten: „*Etenim in corporibus hic apud nos nulla vera est quies, nec in integris, nec in partibus, sed secundum apparentiam*¹²³.“ Und in den *Cogitationes de natura rerum* heißt es: „Daß einiges zu ruhen und der Bewegung beraubt

zu sein scheint, das scheint so mit Recht nach dem Ganzen oder der Summe (*secundum totum aut integrum*); nach den Teilen aber täuscht es die Meinungen der Menschen. Denn einfache und absolute Ruhe gibt es sowohl in den Teilen als im ganzen (*et in partibus et in toto*) keine, sondern was man dafür hält, wird durch Hindernisse, Hemmungen und Gleichgewichtszustände der Bewegungen hervorgebracht¹²⁴."

Wir können schließlich die Bacon'sche Naturphilosophie der „Formen“ nicht angemessen und vollständig erläutern, wenn wir nicht zuletzt noch der Anregungen aus der Chemie bzw. Alchemie gedächten, die für ihn in so vieler Hinsicht entscheidend waren. Wir können in dieser Hinsicht das Gesamtbild seiner Naturphilosophie etwa folgendermaßen zeichnen. Er hat die Grundanschauungen, die man sich während des 19. Jahrhunderts von der chemischen Welt bildete, und die er noch nicht kannte, sozusagen auf das Ganze der Physik angewendet. Jene, heute wieder bereits überholte Chemie nahm an, daß es etwa siebenzig bis hundert unveränderliche Elemente gäbe, und daß alles Seiende aus den mannigfachen Kombinationen dieser Elemente erklärt werden müsse (soweit eben die Wissenschaft der Chemie in Betracht kommt). Ja man dürfte sogar hoffen, alles Seiende herstellen zu können, wenn man jene Elemente kennen und besitzen und es lernen möchte, sie in der richtigen Weise aneinander heranzubringen. — Diese chemische Grundansicht des 19. Jahrhunderts besaß nun freilich Bacon nicht; er dachte alchemistisch. Aber jene Alchemie enthielt eine durchaus korrespondierende Anschauung; trotz des beträchtlichen Gegensatzes, der zwischen der Chemie und der Alchemie besteht, besteht doch auch eine Korrespondenz zwischen beiden im Glauben an die Möglichkeit der Elementen-Komposition. Wie die echten späteren Chemiker im Gefolge Lavoisiers eine begrenzte Vielheit stofflicher Elemente annahmen, so nahm Bacon im Gefolge der Platonisierenden Alchemie eine begrenzte Vielheit von Naturen oder Formen an. Und wie die Schule der neueren Chemie hoffte, über alle Kombinationen der chemischen Elemente Herr zu werden, so hoffte Bacon Herr der Formen zu werden. Das heißt, er hoffte alle Qualitäten und Wunder, die die Natur enthält, auf wenige Grundformen zurückführen zu können, und dann wollte er diese nach Belieben zusammen-

bringen und trennen können. So würde er zum Herrn der Natur werden; diese Hoffnung schwellte ihn so, daß er das Erstrebte als natürliche Magie ansprach. Gerade weil er vermutete, daß es sich nur um eine kleine Zahl von Grundformen handeln werde, stellte er sich das Ziel als nahe und bald erreichbar vor. Alles, was es gibt, und alles, was man haben will, wird man dann durch Synthese der Formprinzipien im Laboratorium und in der großen Welt entstehen lassen können. — Da nun Bacon zwischen Physik und Chemie keinen Unterschied machte, und selbst die Urqualitäten des Geistes und der Seele in einer analogen Formenanalyse und einem analogen Formenspiel mit aufgehen sollten, so kann man wohl sagen, daß er das Rätsel der ganzen Welt sich etwa — auf heutige Art ausgedrückt — nach dem Schema der Chemie des 19. Jahrhunderts vor Augen gestellt hat. — Ich hoffe, man wird mich nicht mißverstehen. Wenn ich die Chemie des 19. Jahrhunderts hier hereinziehe, so geschieht es nur, weil diese Anschauungen uns geläufig sind und es dem Leser daher leichter fallen dürfte, von ihnen ausgehend nun auch die alchemische und physikalische Weltanalyse aus Platonisch-Baconschen Formen-Elementen sich in ihrer großartigen Phantastik richtig vorzustellen.

Heußler sagt: Zu der Frage der quantitativen Weltgrenzen nimmt Bacon nicht ersichtliche Stellung; wohl aber ist er durchdrungen von dem qualitativen $\pi\acute{\epsilon}\rho\alpha\varsigma$ der Welt. Das heißt: die große Natur besteht für Bacon gleich dem Alphabet aus einer begrenzten Anzahl von einzelnen „Naturen“, aus deren Kombinationen alle noch so verwickelten Erscheinungen hervorgehen. Daß Bacon das ihm vorschwebende Alphabet als beschränkt annahm, sei nicht so tadelnswert, meint Heußler; merkwürdig aber sei, daß Bacon von der Unabsehbarkeit möglicher Kombinationen auch nicht die oberflächlichste, geschweige denn eine mathematisch begründete Ahnung hatte; ebendaher komme es, daß er die Natur für ein innerhalb beschränkter Zeit völlig zu erschöpfendes bzw. zu beherrschendes Gebiet ansehe.

Hans Natge schließt sich dieser von Heußler gegebenen Darlegung an. Das „*abecedarium naturae*“ bei Bacon, sagt er, bedeutet die Annahme einer bestimmten Anzahl von Urqualitäten¹²⁵. Natge deutet ein feineres Motiv an, das hierbei hinzugetreten sein soll und die Baconsche Anschauung

wieder von Descartes fort und nach der antikisierenden Tendenz hingeschoben hat: Man könnte sich vorstellen, daß bestimmte mechanische Bewegungsbilder die Urelemente seien, aus denen die physikalische Welt zusammengesetzt werden müßte. Wenn man sich hierbei allzusehr der rein räumlichen Anschauung hingäbe, so würde es allzu nahe liegen, sich die kontinuierlichen Übergänge zwischen solchen Bewegungstypen vorzustellen. Man braucht aber sprunghafte Distinktionen für das *abecedarium naturae*, wenn man in der geschilderten Weise die Welt unter der Perspektive eines ziemlich leichten Kombinations-Spiels anschauen und beherrschen will. Hierfür erweise sich eine Stützung auf begriffliche Fassungen jener Urqualitäten oder Formen als zweckmäßig. „Daß Bacon“, so drückt sich Natge aus, „die begriffliche Seite nicht außer acht läßt, ist schon deshalb zu begreifen, weil die ältere (begriffliche) Ansicht mit größerer Anschaulichkeit die Tatsachen meistert. Denn die begriffliche Konzeption geht von der präzisen Voraussetzung einer absoluten Geschiedenheit der Einzeldinge aus. Dies tritt auch bei Bacon hervor. Für ihn sind die Realien Wärme und Kälte so völlig getrennt, wie es die analogen Begriffe sind“.

Es möge hier noch ein Zitat aus Eucken seine Stelle finden, das ich aus Natges Aufsatz übernehme. Dies Zitat ist nicht frei von einiger Dunkelheit; doch scheint es mir, als ob es auf das spezifisch Baconische Weltbild mit seiner Urqualitäten- und Elementen-Kompositionslehre ganz gut paßt. Man lernt vielleicht bei der Betrachtung dieses Euckenschen Satzes auf tiefere Weise als sonst verstehen, daß es Mittelformen zwischen der antiken und der modernen Descartes-Kantischen Auffassung der Physik hat geben müssen. Eucken sagt also¹²⁶:

„Nach der hier vorhandenen Grundauffassung (der Neuzeit im allgemeinen) sind zahllose einfache und gleichartige Einzelkräfte in dem Zusammensein der Welt nebeneinander gegeben. Ihre Wirkformen gelten gleichmäßig in Zeit und Raum oder vielmehr zeit- und raumlos, weswegen nicht bloß, wie früher, behauptet wird, daß unter gleichen Umständen stets ein Gleiches geschehe, sondern auch, daß diese Gleichheit der Umstände durchgehend vorhanden sei. Die scheinbare Mannigfaltigkeit des Gegebenen fügt sich dem ein, indem dasselbe als ein Zusammengesetztes begriffen und in seine Elemente zerlegt wird. Um solcher Gedanken Durch-

führung zu ermöglichen, mußte die organische Naturauffassung der Alten durch eine mechanische ersetzt werden, in der alles Gesamtwesen als Zusammensetzung erschien."

Natge findet, daß eine völlig adäquate Verifizierung des Bacon'schen Formbegriffs, d. h. ein folgerichtiges Durchdenken desselben unmöglich sei, und daß er daher auch auf keine Weise in unseren heutigen Anschauungen aufgehen könne. Aber es scheint, als wolle es Natge doch nicht ganz und gar abstreiten, daß eine tiefere Wahrheit in dieser merkwürdigen Bacon'schen Anschauung verborgen sein könnte.

Diese bescheidene Stellungnahme, welche eine tiefe Ehrfurcht vor dem Genie und eine vertrauensvolle Hoffnung auf künftige Aufklärungen einschließt, scheint mir klug und berechtigt zu sein.

Der Verfasser des vorliegenden Buches hat sich gleichfalls entschlossen, die letzte metaphysische Aufklärung des Bacon'schen Formproblems hier nicht zu versuchen; wohl aber hat er sich bemüht, die praktische Anwendbarkeit der Bacon'schen Gedanken nachzuweisen. Soviel durfte und mußte wohl hinsichtlich dieses zentralen Problems der Bacon'schen Philosophie in einem philosophisch-historischen Werke im Dienste der Frage nach der Wahrheit der Philosophie geschehen. Denn es besteht ein Unterschied zwischen der Geschichte der Philosophie und der Geschichte im allgemeinen Sinne; bei der Philosophie nämlich handelt es sich um Gedanken, welche auf Erfassung der objektiven Wahrheit Anspruch erheben; dies darf auch in einer sogenannten bloß historischen Darstellung nicht ganz vergessen werden.

Aus diesem Grunde mögen hier, zum Schlusse dieses Kapitels, auch noch zwei Punkte berührt werden, welche die Anwendbarkeit der Bacon'schen Gedanken erschweren und dadurch ihrer klaren Erfassung und Bewertung hinderlich werden.

Man sollte, wenn man die Bacon'sche Grundidee mit dem in Verbindung bringen will, was wir heute für wahr und anwendbar halten, den Gegensatz von Erscheinung und Wesen (oder Natur und Form) als relativ auffassen, was Bacon nicht tut. Hinter dem, was wir heute Wesen nennen und als solches schon zu erfassen glauben, kann sich noch etwas anderes verbergen, was späteren Geschlechtern als das tiefere und wahrere Wesen gelten wird.

Dies wäre der erste Punkt. Der zweite aber wäre folgender. Bacon scheint nicht deutlich erkannt zu haben, daß wir die erste subjektivere Apperzeption einer Erscheinung meist zerbrechen müssen, wenn wir zum Wesen gelangen wollen; dazu müssen wir auch den Kreis von Tatsachen anders ziehen, als wir es bei unserer ersten Auffassung einer Erscheinung taten. Der Regenbogen z. B. läßt sich nicht erklären, wenn wir nicht über sein Bild hinausgehen und Tatsachen aus einem viel weiteren Umkreis heranziehen und sie zu einer neuen Gegenstandseinheit zusammenschließen. Ebenso geht es uns, wenn wir nach der Erklärung des Nordlichtes fragen. Daher ist es etwas unglücklich kurz von Bacon gedacht, wenn er schlechtweg anzunehmen scheint, daß es eine beschränkte, abzählbare Anzahl von Erscheinungen (Naturen) gebe, denen eine ebensogroße Anzahl von Wesenheiten (Formen) entspreche. Vielmehr muß wohl stets die anfängliche Abkreisung der Erscheinungen aufgegeben werden und eine andere an ihre Stelle treten, wenn man Wesensbegriffe gewinnen will. Die Entdeckung der Formen beruht auf einem Umbrechen, einem Zerbrechen aller bisherigen Zerlegungen und Teil-Auffassungs-Mittel einer Sache; dadurch gelangt man zu ganz neuen Abrundungsmöglichkeiten der seienden Dinge. Die Abgrenzungen und Zerlegungen des Seienden erscheinen dann plötzlich auf völlig neue und andere Art als zuvor. An die Stelle der Anschauung z. B., daß das Pumpenwasser dem Kolben folge, weil die Natur einen *horror vacui* habe, tritt plötzlich die Anschauung, daß es nur bis zur Höhe von 10 Meter über dem allgemeinen Meeresniveau dem Kolben folgt, weil ein Ausgleich aller Drucke (nämlich des Atmosphären- und des Wasserdruckes) eintreten muß. Dies Beispiel zeigt uns, was es heißt, eine neue Formeinsicht in einem Gegenstande zu finden. Für solche Leistungen hat Bacon die Methode darlegen wollen. Aber das von uns gebrachte Beispiel ist nicht Baconisch; und Bacon hat denn auch die Methode, die er suchte, nicht ganz adäquat und fehlerfrei auszugestalten vermocht.

Will man meine umdeutende und ergänzende Interpretation der Baconschen Induktionsmethode gelten lassen, so wird man das Baconsche Tafelverfahren als ein vorbereitendes Arbeitsmittel für die geschilderten Umbrüche der geistigen Anschauung anzusehen haben. Zu demselben Zweck würde auch das Ideenmaterial benutzt werden, das in seiner

Lehre von den prärogativen Instanzen niedergelegt ist. Diese Hilfen wären keineswegs unnütz und falsch; aber sie blieben allerdings nur Hilfen. Der Geist, die lebendige Leistung, ist dort ebensowenig garantiert als in der bloß quantitativen Induktion, die uns Aristoteles anbietet. Dieses letzte klärende Wort fehlt bei Bacon.

3. DAS TAFELVERFAHREN UND DER DARAN SICH KNÜPFENDE GEDANKENPROZESS

Bacon hat sich redlich bemüht, seine Methode bis zur letzten praktischen Deutlichkeit durchzuführen. Aber es drängten sich mehr metaphysische und erkenntnistheoretische Schwierigkeiten zwischen das Projekt und seine Ausführung, als er vorausgesehen hatte. Als er von dem Hauptverfahren, das sich um die Instanzentafeln konzentriert, selbst nicht ganz befriedigt war, hat er daher seine berühmte Lehre von den prärogativen Instanzen daran angehängt.

Das Tafelverfahren, von dem wir in Kapitel II bereits Proben gesehen haben, besteht in folgendem: Wenn man eine bestimmte Eigenschaft oder Natur untersuchen will, so soll man zunächst möglichst viel heterogene Fälle aus aller Welt zusammentragen, in denen sich die betreffende Eigenschaft oder Natur zeigt. Irgend etwas von dieser Eigenschaft oder Natur Verschiedenes, so wird vermutet, muß dann deren Form sein. Wird diese Form sich in der Sammlung der zusammengetragenen Fälle nun auch sichtbar oder für den Verstand erkennbar präsentieren? Es kommt darauf an, wie man Bacon auffaßt. Ich meinerseits würde meinen, daß die Form der Dinge nicht selbst sichtbar oder isolierbar in der Natur hervortreten pflegt, und daß wir sie daher auch in seinen Instanzentafeln zunächst nicht als deutlich sichtbar zu suchen brauchen. Wer allerdings die Baconsche Tafelmethode zur Stuart Millschen Methode herüberzuziehen geneigt ist, der wird als „Ursache“ der zu untersuchenden „Erscheinung“ irgendeinen „Umstand“ entdecken wollen, der als Begleiter des untersuchten Phänomens wahrnehmbar wird und also von vornherein mit protokolliert sein müßte. Würde die Form (das Wesen der untersuchten Erscheinung) als ein Bestandteil in den Angaben des Tafelmaterials bereits schriftlich fixiert vorhanden und nur als solche noch nicht sofort erkannt sein, so brauchte

man wohl nur durch Abzählen aller überhaupt in den Tafeln auftretenden Elemente (oder Umstände) diejenigen auszusuchen, welche ausnahmslos mit der studierten Erscheinung verbunden sind. Gibt es deren zu viele, so daß man nicht weiß, auf welche Art man die Wahl unter ihnen treffen soll, so müßte man die Tafel verlängern oder eine Tafel der negativen Instanzen, von der wir gleich noch Näheres sagen werden, hinzunehmen.

Eine andere Art der Auslegung der Baconschen Tafelmethode dagegen würde annehmen, daß sich vor unseren geistigen Augen die Elemente nicht von selbst deutlich absondern, die als Formprinzipien später erkannt werden. Dann müssen wir kraft eigener Phantasie versuchen, das etwa als Form Mögliche intuitiv zu erfassen, d. h. zu erraten, es frei zu ersinnen.

Man kann sich aber auch noch auf den Standpunkt stellen, daß der Forscher bereits eine bestimmte Idee im Kopfe gehabt habe, als er an das Tafelverfahren herantrat, und daß die Baconsche Methode dann nur dazu dienen würde, die vorgefaßte Idee, etwa: daß Wärme ein Bewegungszustand sei, als richtig zu erweisen.

Indem das Baconsche Tafelverfahren zwischen diesen drei Auslegungsmöglichkeiten die Wahl läßt, wird zunächst verschleiert, daß es das Wichtigste, wonach uns verlangt, nicht leistet. Später allerdings wird diese Nichtleistung aufrichtig zugestanden, und Bacon muß nach weiteren Hilfsprinzipien suchen. Wir fassen zunächst die drei mitgeteilten Auslegungsmöglichkeiten nochmals zusammen: 1. Das Tafelverfahren könnte ein Verfahren der Entdeckung durch Prüfung der Kombinierbarkeiten gegebener Elemente sein; 2. es könnte ein Verfahren sein, aus tieferen spekulativen Gesichtspunkten und zugleich auf Grund gegebenen Materials neue Tatsachen zu erraten; 3. es könnte ein Verfahren sein, einen bereits vermuteten Sachverhalt in sicheres Wissen umzuwandeln. In der mittleren Möglichkeit würde die Seele des Verfahrens liegen, nämlich das, was Bacon und wir am liebsten besitzen möchten und was eben darum, weil es unenträtselbares Leben des Denkens in sich voraussetzt, nicht automatisiert werden kann.

Dies alles wird nun auch nicht wesentlich anders, wenn wir die zweite und dritte Art der Tafeln hinzunehmen.

Die zweite Art der Baconschen Tafeln heißt die Tafel

der negativen Instanzen, während die erste Art die Tafel der positiven Instanzen geheißen hatte. Die Tafel der negativen Instanzen soll Fälle enthalten, in denen die zu erklärende Erscheinung überhaupt fehlt. Solcher Fälle muß es nun nach allen Richtungen hin unabsehbar viele geben, so daß die Forderung, eine solche Tafel aufzustellen, nur dann einen Sinn haben kann, wenn ein spezielleres Interesse uns dabei leitet. Das sagt Bacon selbst. Den feineren leitenden Gesichtspunkt formuliert er so: Diese negativen Fälle müssen stets mit Bezug auf bestimmte positive Instanzen der ersten Tafel ausgewählt werden, nämlich so, daß sie jenen Beispielen in vielem ähnlich sehen, obwohl sie gerade die zu erforschende Erscheinung nicht zeigen¹²⁷. Ich füge hinzu: Der tiefere Sinn und Zweck kann dabei nur der sein, daß der Forscher gewisse falsche Zusammenhangsvermutungen, die sich auf Grund der ersten Tafel präsentiert haben könnten, verwerfen will. Also etwa, um Bacons eigenes erstes Beispiel zu nehmen: Die Sonnenstrahlen sind warm, so lehrt uns die erste Tafel; die Mondstrahlen aber sind kalt, so lehrt uns die zweite Tafel; wir können also nicht etwa die Idee aufrechterhalten, falls sie uns durch den Sinn gegangen sein sollte, daß ein Himmelsprinzip schlechthin oder ein Lichtprinzip schlechthin die Formursache der Wärme sein könnte.

Ehe wir in der Darstellung dieser Einzelheiten der Methode weitergehen, möchte ich hier einer Auffassung Ausdruck verleihen, durch die das Verfahren auf eine höhere und würdigere Stufe gehoben würde. Wenn wir, entgegen der Interpretation Bacons, wie sie nach 1) erfolgen würde, annehmen, daß die Tafeln gar nicht die Formprinzipien direkt enthalten, und daß diese Formen wohl überhaupt bei der Beobachtung der Natur selten oder nie so offenbar werden, daß sie sich dort isoliert ablesen und in bloß naturhistorischen Beschreibungen notieren ließen, so kann das, was wir zu sehen bekommen, jedesmal nur ein Zusammenhang sein, der auf das verborgene Wesen der Dinge hinleitet. Dann würde das Baconsche Tafelverfahren dazu bestimmt sein, Erkenntnisgründe für ein etwaiges späteres Urteil, das das Wesen der Erscheinung zu bezeichnen vermöchte, zu sammeln. Diese Baconsche Induktion sammelt dann also nicht das Ähnliche, wie man oberflächlicher Weise vielleicht in Erinnerung an die Aristotelische Induktion ver-

muten könnte, sondern sie sammelt Gründe. Wer Erkenntnisgründe sammelt, kann auch negative Urteile von der Art derer der zweiten Tafel brauchen. Mitunter mögen es Bruchteile von gewöhnlichen, einfachsten Kausalzusammenhängen sein, die uns dargeboten werden und die auf das gesuchte Resultat von fern hindeuten. Über die positive Tafel könnte man den Satz schreiben: „Vieles weist auf einen bestimmten Zusammenhang hin.“ Wenn Bacon zur Zeit des Schelling und Oerstedt gelebt hätte, so würde er vielleicht den Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität in seinen Tafeln aufgeführt haben. Er würde diesen Zusammenhang sowohl in den Tafeln zur Ergründung der Elektrizität als in den Tafeln zur Ergründung des Magnetismus aufgeführt haben. Vielleicht würde er keine der beiden Naturkräfte als Formprinzip der anderen letzthin anerkannt haben. Aber als eine Zwischenstufe zur Entdeckung der Formen wäre ihm die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Elektrizität und Magnetismus jedenfalls tauglich erschienen. Ebenso würden alle Erkenntnisse von Eigenschaften und Gesetzen der Dinge als Zwischenstufen dieser Art für Wesenserkenntnisse tauglich sein. Leider ist diese richtige Methode der weiten Umwege, die wir oft nötig haben, um zum Wesen der Dinge vorzudringen, von Bacon nicht genau genug dargelegt worden. Das ist das Unvollkommene an ihm. Ein besserer Kenner der exakten Naturwissenschaft vermöchte hier Besseres zu leisten.

An die beiden genannten Arten der Tafeln reiht sich eine dritte Tafel an, deren Aufstellung uns empfohlen wird; es ist dies die Tafel der Grade. In dieser Tafel sollen Fälle gesammelt werden, in denen die zu untersuchende Erscheinung zunimmt oder abnimmt. Und zwar soll es ebensowohl zulässig sein, solche Fälle in dieser Tafel einzutragen, bei denen die Zunahme oder Abnahme an einem gegebenen Exemplar in kontinuierlichem Geschehen vor sich geht, als auch solche Fälle, bei denen man mehrere voneinander getrennte Zustände an verschiedenen Exemplaren nebeneinanderstellt, die jedoch in einer Art Skala sich anordnen lassen. Es wird ausdrücklich von Bacon gesagt, daß dem Mehr oder Weniger in den Erscheinungen ein Mehr oder Weniger in der Form entspricht; also kann auch die Form abnehmen und zunehmen. Doch wird nicht gesagt, daß dies Mehr oder Weniger der Form in den Exempeln der

dritten Tafel direkt sichtbar werden müsse. Sieht man die Baconschen Beispiele durch, so überzeugt man sich leicht, daß er dies auch wirklich nicht gemeint hat.

Prüft man tiefer, worin denn nun die Sonderbedeutung der dritten Tafel gegenüber der ersten und zweiten Art eigentlich besteht, so wird man sie für einen Unterfall der Tafeln positiver Instanzen halten müssen¹²⁹. Sie ist ein besonders wichtiger Unterfall, und dies rechtfertigt vielleicht ihre gesonderte Anfertigung. Ihre Wichtigkeit beruht letzten Endes darauf, daß ein zeitlicher Vorgang uns immer mehr sagt als ein einmaliges zuständliches Sein oder eine Simultanrelation. Oder es beruht ihre Wichtigkeit auch darauf, daß die zu untersuchende Erscheinung in sich selbst wächst und schwindet und dadurch das Recht ihrer relativen Isolierbarkeit erweist.

Bacon nennt die Aufstellung der Tafeln noch nicht Induktion, sondern die Induktion ist nach ihm ein Verfahren des Verstandes, das erst an die Aufstellung der Tafeln anknüpft. Da es auch eine Art von Arbeit gibt, die der Tafelherstellung vorangeht, ist also alles in allem dreierlei Arbeit nötig¹²⁹. Und zwar ist der erste Teil der Arbeit hauptsächlich von den Sinnen zu leisten; es muß ja zunächst das Material für die Untersuchung beschafft sein; dies ist die Aufgabe der bloß beschreibenden „Naturgeschichte“. Der zweite Teil der Arbeit ist das Tafelverfahren; handelte es sich vorher um die Kraft der sinnlichen Wahrnehmung, so handelt es sich jetzt um die Kraft des Gedächtnisses; dieses soll durch das Tafelverfahren unterstützt werden. Der dritte Teil der Arbeit gehört dann dem Verstande. Und dies erst ist Induktion im eigentlichen, engeren Sinne.

Was nun der Verstand bei der Betrachtung der Tafeln zu leisten hat, ist von uns bereits zum Teil gesagt worden. Bacons speziellere Ausführungen hierüber sind nicht sehr systematisch; er fühlt sich etwas unsicher; teils beschreibt er etwas ausführlicher, was wir schon wissen; teils ergeht er sich in Ermahnungen, teils trägt er auch Material an Ideen hinzu, die die Prozesse des Suchens und Wählens im Denken beleben können. Dies letzte, das Hinzutragen von Ideenmaterial, bildet vor allem den Inhalt seiner Lehre von den prärogativen Instanzen; denn auch diese Lehre gehört zu den Anweisungen für den Verstand, die ihm zeigen sollen, wie er die in den Tafeln gesammelten Erfahrungen

zu durchdenken habe. Bacon ist nicht etwa in der Art pedantisch, daß er annimmt oder fordert, man habe sich bei den Verstandesmethoden der Induktion ausschließlich an das festgelegte Tafelmaterial zu halten; man darf vielmehr jederzeit neue Beobachtungen oder Tatsachen hinzuziehen¹³⁰. Man sieht hieraus, daß die Aufstellung der Tafeln wirklich nicht mehr sein soll als eine Gedächtnishilfe, und daß der eigentlich geistige Prozeß der Induktion sich über das Dasein dieser Tafeln in ziemlich unabhängiger Weise hinwegspinnen soll¹³¹.

Hinsichtlich der eigentlichen Bearbeitung des Tafelmaterials gibt Bacon einen besonderen Rat, dessen Bedeutung jedoch nicht ganz durchsichtig ist. Er sagt nämlich: „Der Mensch kann nur durch die verneinenden Fälle vorwärts kommen und erst zuletzt mit den bejahenden schließen, nachdem alles Ungehörige ausgeschlossen ist.“ Dies bezieht sich nicht auf die Reihenfolge der Aufstellung der Tafeln, sondern nur auf den Verstandesprozeß ihrer Überarbeitung und Auswertung. Es klingt der zitierte Satz dabei so, als sei eine Beschäftigung mit der zweiten der aufgestellten Tafeln besonders empfohlen. Dies ist aber nicht ganz so gemeint. Sondern es ist gemeint, daß, nachdem die Tafeln fertiggestellt sind, man nun an die Aufstellung einer Reihe von negativen Urteilen über etwa mögliche Formerklärungen zu gehen habe. Im Aphorismus 18 des II. Buches des *Novum Organum* gibt uns Bacon eine Probe solchen Verfahrens. Diese negativen Urteile sind etwas anderes als die negativen Instanzen, für die ein Beispiel im Aphorismus 12 desselben Buches durchgeführt worden ist. Die negativen Instanzen drücken das Fehlen der Wärme aus; die negativen Urteile lehnen irgendeine bestimmte Formhypothese über die Wärme ab¹³².

Gegen Bacons Forderung, daß mit dem Negativen der Anfang zu machen sei, liegt der Einwand nahe, daß man eine Formhypothese erst haben muß, um sie ablehnen zu können. Wir können hier zu einem Verständnis der Baconischen Meinung nur gelangen, wenn wir annehmen, daß es sich zunächst nur um flüchtig aufgegriffene Formhypothesen handeln soll. Ist diese leichtere vorbereitende Arbeit geschehen, so kann man hinterher an ein ernstes schwereres Suchen nach der richtigen Hypothese gehen, die dann bestehen bleibt. Nur in diesem Sinn kann der Rat, mit der

Aufstellung negativer Urteile über Formen und Formmöglichkeiten zu beginnen, einen Sinn haben. Wir dürfen dabei für die Psychologie dieser Suchprozesse auch keineswegs annehmen, daß alle Möglichkeiten von Formen, die in Betracht kommen könnten, von vornherein bekannt wären. Sondern es bleibt auch nach Erledigung der hier erörterten Ausschließungen immer noch etwas zu raten. Manchmal zwar spricht Bacon so, als würden nach Beseitigung der irrigen Annahmen die richtigen selbst sich darbieten, als einzig übrigbleibend¹³³. Aber dies darf man nicht gar zu wörtlich nehmen, sonst ginge jeder leidliche Sinn der Bacon'schen Gesamtabticht verloren.

Man braucht nicht anzunehmen, daß die negativen Formurteile (gemäß Aphorismus 18) sich nur und durchaus auf die negativen Instanzen (gemäß Aphorismus 12) zu stützen hätten. Es wird auch vorkommen können, daß sich aus der Tafel der positiven Instanzen negative Urteile über Formhypothesen ableiten lassen¹³⁴. Die eigentümliche Wichtigkeit der negativen Urteile in den Prozessen der Erkenntnisentwicklung ist auch von vielen anderen Logikern erkannt worden, wenngleich die logische und psychologische Einordnung dieser Wichtigkeit kein leichtes Problem ist¹³⁵.

Nach Erledigung des negativen Teils der Arbeit bleibt es immer noch schwer, zu positiven Erkenntnissen vorzudringen. Denn Bacon gibt zu, daß die verworfenen Hypothesen, von denen wir eben sprachen, in sich höchst ungeklärte Begriffe enthalten. Dadurch verlieren diese Ausschließungen an Wert. Überhaupt müsse man sich vor Augen halten, sagt er, „daß das Gegenwärtige“, d. h. das, was man zunächst erkennen müßte oder irrigerweise gar schon zu besitzen glaubt, „vielfach von dem bedingt ist, was noch als in Zukunft zu Erforschendes vor uns liegt“. „Deshalb kann ich, eingedenk der Größe meines Unternehmens, das darauf ausgehet, den menschlichen Verstand den Dingen und der Natur gleichzustellen, mich bei den bisherigen Anweisungen nicht beruhigen, sondern ich muß die Sache aus einem höheren Gesichtspunkte auffassen und stärkere Hilfsmittel für den Verstand bereiten und beschaffen, die nun folgen sollen¹³⁶.“ Dieser Satz Bacons ist ein Hinweis auf die alsobald folgende Lehre von den prärogativen Instanzen.

Zunächst fährt er jedoch auf dem begonnenen Wege fort und muß daher gestatten, daß der Forscher wieder seine

fertiggestellten Tafeln zur Hand nimmt und nun doch den Mut faßt, es mit einem bestimmten Formbegriff zu versuchen. Bacon ist etwas zaghaft. Ist die soeben geschilderte Ausschließung falscher Bestimmungsstücke richtig vollzogen, so wird, sagt er, „gleichsam am Boden die bejahende, feste, wahre und scharf bestimmte Form zurückbleiben, während die flüchtigen Meinungen in Rauch aufgegangen sind. Dies kann man leicht aussprechen, aber nur durch viele Umwege kann man es erreichen. Indes will ich nichts, was hierbei helfen kann, übergehen¹³⁷“. Bacon weiß recht wohl, daß es ein allzu kühnes Gleichnis ist, daß die wahre und scharf bestimmte Form am Boden liegenbleiben würde und nur aufgehoben zu werden brauchte. Kuno Fischer lehnt sich an dieses Gleichnis an und erläutert die Bacon'sche Methode am Beispiel einer Subtraktionsaufgabe: „Stelle den Minuendus auf, dann den Subtrahendus, finde den Rest!“ Allein diese Auslegung ist irreleitend¹³⁸. Bacon fühlt, daß es sich im entscheidenden Augenblick um eine Art von Erraten handelt. Er gibt in diesem entscheidenden Augenblick dem Verstande eine „Erlaubnis“ zu einem „Versuch“¹³⁹. Der Verstand soll sich an der Erklärung der Natur positiv versuchen, auch auf die Gefahr hin, daß er dabei irrt. So spricht Bacon jetzt! Denn „die Wahrheit geht eher aus dem Irrtum als aus der Verwirrung hervor“. Sein ganzes Verdienst scheint jetzt nur noch darin zu bestehen, daß er durch sein Tafelverfahren eine größere „Verwirrung“ ferngehalten hat; denn den Aristotelikern hatte er ja doch stets aus ihrem vorschnellen Vorgehen im Erraten der Naturgeheimnisse (aus der Methode der Antizipation) einen Vorwurf gemacht.

Sehen wir ihm in diesem entscheidenden Wendepunkt des Prozesses der Induktion ein wenig zu, wie er ihn am Beispiel der Wärme darlegt. „Nach den Fällen im ganzen und im einzelnen scheint die Eigenschaft, deren besondere Ausprägung die Wärme ist, die Bewegung zu sein.“ Die Flamme z. B. bewegt sich fortwährend; das Wasser bewegt sich, wenn es kocht, die anderen Flüssigkeiten tun das gleiche. Wenn man mit dem Blasbalg bewegten Wind in die Glut hineintreibt, so steigert sich die Wärme. Solche Fälle muß man sich vor Augen stellen; man muß sie aus dem allzu breiten Instanzenmaterial der Tafeln herausuchen. Denn „in dem einen Falle ist die Form oft ersichtlicher und auffallender als in dem andern“, da ja das

Wesen der Form oft nicht genug durch entgegengerichtete Eigenschaften „bedrängt, gehemmt und geregelt“ ist, um sich deutlich zu enthüllen. Es gibt also Vorzugsfälle von besonderer Deutlichkeit, welche geeignet sind, ein Geheimnis am ehesten zu verraten. Es ist uns auch heute aufs lebhafteste bewußt, wie sehr dies wahr ist. Bacon hatte die Kühnheit, eine allgemeine Theorie darüber entwerfen zu wollen, wann und wo wir solche Vorzugsfälle zu erwarten haben. Das ist der Sinn seiner Lehre von den prärogativen Instanzen. Vorläufig¹⁴⁰ gibt er aber diese Theorie noch nicht, sondern er bekennt nur, daß er im entscheidenden Augenblick, da er eine Annahme über die Form der Wärme zu machen hat, eine engere Auswahl unter den zuvor gesammelten Fällen trifft, um diese nun mit mehr Vertrauen und Hoffnung zu betrachten als die übrigen. Er nennt hier diese besonders dankbaren Fälle die „erleuchtenden oder offenbarenden“¹⁴¹. Daß es sich bei der Wärme um eine Bewegung handeln müsse, erhellt ihm z. B. auch daraus, daß starkes Zusammendrücken, wie wenn man bei einem Brande das Feuer erstickt, die Bewegung zügelt und aufhören macht. Auch daraus andererseits, daß Körper durch Feuer und heftige Wärme zerstört oder erheblich verändert werden können, erhellt der Bewegungscharakter.

Es folgen dann in Bacons Darlegung feinere begriffliche Unterscheidungen zwischen dem, was unter Wärme im Sinne der kosmischen Tatsachen zu verstehen ist, und dem, was von Menschen als Wärme gefühlt wird, und auch zwischen dem Begriff der Wärme an sich und dem Begriff des Erwärmens (oder des Wärmeübergangs). Auch der Begriff des Feuers wird abgetrennt. „Der Begriff des Feuers ist nur eine gemeine Vorstellung ohne Wert; sie ist aus der Verbindung des Warmen und des Hellen zu einem Körper gebildet.“

Indem dann Bacon zur Erfassung der spezielleren Art der Bewegung übergeht, welche die Form der Wärme ist, betont er die expansiven Wirkungen dieser Bewegung. Das Feste verflüssigt sich; das Flüssige geht in den luftartigen Zustand über. Die Luft dehnt sich schon bei geringer Wärmezufuhr deutlich wahrnehmbar aus. Das Kalte dagegen macht die Körper kleiner und zieht sie zusammen. „Deshalb springen bei starker Kälte die Nägel aus den Wänden, das Erz springt ab, und eine heiße Flasche, die plötzlich in das Kalte gestellt wird, springt und zerbricht.“

Diese Proben aus der Bacon'schen Gedankenentwicklung über die Wärme mögen genügen. Dieser Hauptabschnitt der Induktionsmethode heißt ihm „die erste Lese“ (oder „erste Weinlese“). Von einer „zweiten Lese“ wird später in seinem Buche nicht mehr gesprochen. Das *Novum Organum* hat ja einen fragmentarischen Charakter. Zwar ist es, ohne daß er ein Bedenken äußert oder sich entschuldigt, in dieser Form mit vollem Bewußtsein von ihm ediert worden. Er hatte alles gesagt, was er zu sagen vermochte, aber er hatte eine vollkommen durchsichtige Form und Systematik in diesem seinem Gedankenmaterial nicht herstellen können. Das hatte seine tieferen Gründe, die demjenigen Leser deutlich sein werden, der unseren allgemeinen kritischen Darlegungen mit innerer Zustimmung gefolgt ist. Selten wird es in den Werken des philosophischen Geistes sich so schön bestätigt finden, wie an diesem Bacon'schen *Novum Organum*, was Hegel von den Kunstwerken sagt: daß die Unvollkommenheit der Form eine Folge der Unvollkommenheit der Idee ist. Dennoch waren die Idee und das Ganze des Materials gut genug, um eine Herausgabe in solch unvollkommener Form zu verdienen¹⁴².

Die äußerliche schriftstellerische Unausgeglichenheit ist kraß. Im Aphorismus 21 des II. Buches kündigt Bacon an, daß es über neun weitere Punkte handeln werde, um dem Verstande die weiteren Hilfsmittel zur „wahren und vollkommenen Induktion“ zu liefern. Aber was dann weiter wirklich geboten wird, ist nur die Behandlung des ersten dieser neun Punkte; es ist dies die Lehre von den prärogativen Instanzen. Mit deren Erledigung bricht das Buch ab; nur etwa zwanzig bis dreißig Schlußzeilen kündigen uns an, daß noch etwas zu tun bleibt, und schließen mit einer kurzen ernsten Betrachtung über den Zustand und die berechtigten Hoffnungen des Menschheitslebens. „Jetzt habe ich nun zu den Unterstützungen und Berichtigungen (!) der Induktion überzugehen“, sagt er . . . und zu den übrigen in dem Aphorismus 21 aufgezählten Gegenständen . . .“ (Er meint die noch fehlenden acht Punkte¹⁴³.)

Wohlwollende Kritiker meinen, daß Bacon das meiste, was er über den zweiten bis neunten Punkt zu sagen vorhatte, wohl schon im ersten Punkte vorgenommen habe¹⁴⁴, dessen Behandlung allerdings in die breitesten und tiefsten Perspektiven aller Art hineinführt. Nach der Ankündigung

Bacons aber sollte sich sein Stoff folgendermaßen anordnen. Es sollten behandelt werden:

1. die vornehmsten Fälle (die prärogativen Instanzen),
2. die Stützen (*adminicula*) der Induktion¹⁴⁵,
3. die Berichtigung der Induktion,
4. Abänderungen der Untersuchung je nach der Natur des Gegenstandes,
5. was bei der Untersuchung zuerst und was später geschehen muß,
6. die Grenzen der Untersuchung oder die Zusammenfassung aller Eigenschaften im Weltall,
7. *deductio ad praxin, sive de eo, quod est in ordine ad hominem* (dies soll wohl heißen: die praktische Seite des Verfahrens, sofern sie von der Natur des Menschen abhängt),
8. die Zurüstungen (*parasceuae*¹⁴⁶) zur Untersuchung,
9. die aufsteigende bzw. absteigende Leiter der Grundsätze.

Betrachtet man den Geist und die Methodik jenes Baconschen Exempels von der Wärme im großen und ganzen, so wird man sein Vorgehen als ganz verständig bezeichnen müssen, und wenn auch längst nicht alle Rätsel des Methodenproblems dabei geklärt oder gar gelöst sind, so wird man sich ehrlicherweise eingestehen müssen, daß andere Methodenlehren nicht mehr leisten. Vielleicht verdient sogar der Baconsche Ansatz in gewissem Sinne den Vorzug vor jenen anderen Entwürfen und Lehren. Die vorgeführte Art der Baconschen Gedankenentwicklung über das Problem der Wärme leidet für das Auge eines unhistorischen heutigen Menschen an dem Mangel an genauen Kenntnissen; doch das ist zu natürlich, als daß man sich nicht darüber sollte verständnisvoll erheben können. Weiterhin zeigt diese Baconsche Denkart allerdings auch eine gewisse innere Groblinigkeit.

Man kann dies Herumgreifen des Denkens nach Beispielen aus aller Welt zwar als unbeholfen, man kann es aber auch als phantasie reich bezeichnen; auf jeden Fall hat man sich zu überzeugen, daß eine solche Grobheit des Verfahrens auf allen Gebieten unvermeidlich ist, auf denen wir nicht mit der Spitze des Galileischen Messers vordringen können. Man sehe sich etwa die Erörterungen der psychologischen Lehrbücher unserer Zeit über das Wesen der Aufmerksamkeit

oder über das Wesen des Willens oder über das Wesen des Instinkts oder der Suggestion oder des Traumes an, und man wird sich überzeugen können, daß wir außerhalb der exakten mathematischen Physik auf Methoden von der gleichen phantasievollen und doch plumpen Art angewiesen sind, wie Bacon es war. Diese Gebiete sind aber unermesslich viel größer als das Gebiet der Galileischen Methode. Daher könnte Bacon, der die Galileische Methode nicht verstanden hat, dennoch für weite Bereiche des Denkens und der Wissenschaft noch Recht behalten. Die mathematisch-physikalische Methode ist eine spezielle Methode; die Baconische Methode ist eine allgemeine Methode. Wir entscheiden hier nichts; aber ich meine, unter dieser Perspektive müßte man die Sache nochmals von neuem sich überlegen. Dabei ist noch eins zu beachten: Die meisten Denker, welche heute irgendein Resultat auf den Wegen Baconscher oder Bacon verwandter Methodik zeitigen, werden uns den Weg dieser phantasievollen, aber groben Schritte, den sie zurückgelegt haben, um ihr Resultat zu zeitigen, nicht darstellen. Sie werden uns direkt das Resultat darbieten und werden behaupten, daß diese von ihnen errungene neue Gesamtanschauung oder Hypothese sich in der Verifikation und Anwendung bewähren müsse. Höchstens werden sie ganz nebenher ein paar Punkte (Instanzen!) erwähnen, die sie auf ihre neuen Einfälle gebracht haben. Aber diese Erwähnungen werden nicht im Tone einer durchschrittenen Methodik des Nachdenkens gemacht werden. Es dürfte also durchaus irrig sein, wenn Sigwart glaubte, sagen zu können: „Weder Bacon selbst noch irgendeiner nach ihm hat nach Bacons Methode irgend etwas gefunden¹⁴⁷.“ Eine Baconische oder Bacon ähnliche Methode wird im Denken tatsächlich geübt; aber es ist nicht gebräuchlich, diese ausgeübte Methodik in der schriftstellerischen Darstellung auszubreiten. Der schriftstellerische Geist liebt es mehr, in solchen Fällen erst rasch zum Ziel vorzudringen und am Ziele dann haltzumachen. Die Selbstbesinnung, welcher der Schriftsteller dann Ausdruck verleiht, zieht dann gern andere neue Kontrollen heran und bevorzugt neue Perspektiven, anstatt den Weg, den der Geist tatsächlich nach Baconscher oder Bacon ähnlicher Methode durchlaufen hat, sich und anderen zu vergegenwärtigen. So ist z. B. der Gedankengang Bacons, der ihn auf die richtige Hypothese über das Wesen der Wärme geführt hat, sicher-

lich in ähnlicher Weise von allen durchlaufen worden, welche diese Hypothese später durchgesetzt haben. Letztlich durchgesetzt hat sich diese Hypothese erst etwa 100 Jahre nach Bacon. Wer die literarischen Dokumente jenes entscheidenden Kampfes um diese Frage studieren würde, würde dabei allerdings auf einen anderen und engeren Kreis von Argumenten stoßen. Aber das beweist nicht, daß in den lockereren Formen des ersten Erfassens und der breitesten Überzeugtheit von dieser Wärme-Bewegungs-Hypothese bei den Forschern nicht auch ein breiterer Kreis von Anschauungen wirksam gewesen sein könnte. Ähnlich verhält sich die methodische Breite des Ideenganges, auf dem Robert Mayer zur Entdeckung des Energiegesetzes vordrang, zu den speziellen Begründungen, die Helmholtz diesem Gesetz später gegeben hat. Man sieht also wohl, daß Sigwart unrecht hat.

Bacon blieb mitten in seiner Aufgabe am *Novum Organum* stecken, weil er innerlich nicht frei genug war, um zu erkennen, daß sich ein zwangläufiger Mechanismus, nach dem man Fortschritte macht, niemals herstellen lassen wird. Daher wird er in seinen Gedankenansätzen von einem zum andern fortgetrieben. Erst mag er geglaubt haben, mit der äußerlichen Mechanik der Tafelmethode alles erreichen zu können, dann sieht er ein, daß eine eigentliche, selbständige Verstandesarbeit noch folgen muß. Diese hofft er durch die richtigen Aufklärungen und durch die prärogative Instanzenlehre unterstützen zu können; aber er sieht schon voraus, daß es zuletzt noch, nachdem alles vorschriftsmäßig abgeleistet sein wird, Korrekturen an den Resultaten geben wird. Aber immer noch hofft er, daß die Lücken sich stopfen lassen werden und daß seine Methode zuletzt sich als vollkommen zuverlässig herausstellen wird.

In dem allem liegt die Anerkennung eines Verstandes oder einer Vernunft, die höher sind als das Gegebene und offenbar dem Gegebenen gegenüber selbständig auftreten. Zu einer Mechanik, die etwa aus dem Gegebenen selbst hervorgehen würde, um das Wissen von den Formen hervorzu-bringen, wird der Prozeß der Baconschen Induktion nicht erniedrigt.

Ich habe Bacon das Recht offen zu halten gesucht, das Studium intellektueller Vorgänge auf eine mehr psychologische Basis zu stellen, wobei man dann zunächst von der

Forderung absehen darf, logisch strenge Formen in den intellektuellen Vorgängen sehen zu wollen.

Alles Logische im reinen logischen Formsinn ist allerdings deduktiv.

Die Ansprüche der strengeren Logik, souverän zu sein, werden von diesen Darlegungen, die wir zugunsten Bacons und zugunsten einer gewissen Psychologie, jedoch einer spekulativeren als der heutigen, gegeben haben, nicht berührt. Man kann die hier befürwortete Betrachtungsweise gelten lassen und zugleich ein Anhänger der Logik Herbarts, Lotzes oder Husserls sein. Denn nur daß einige Vertreter jener logischen Schulen gegen Bacon nicht ganz gerecht gewesen seien, das haben wir gegen sie behauptet und das trennt uns von ihnen.

4. DIE PRÄROGATIVEN INSTANZEN

Bei der ersten Lese über die Natur des Warmen hatte sich Bacon entschlossen, aus dem Übermaße des in den Tafeln angesammelten Materials gewisse Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen auszuwählen und sie bei der weiteren Arbeit besonders zu bevorzugen. Er hatte diese Instanzen als erleuchtende oder offenbarende (*instantiae elucescentiae vel ostensivae*) bezeichnet. Der Gesichtspunkt, daß es eine solche bevorzugende Auswahl geben müsse, wird bald darauf erweitert, und die *instantiae ostensivae* erscheinen nunmehr als die dritte Unterart des allgemeineren Begriffs der prärogativen Instanzen. In einem überleitenden Aphorismus wird gesagt, daß die Methode der Induktion immer noch eine schwierige sei und mannigfaches Straucheln und Irren möglich lasse — trotz aller bereits vorgetragenen Methodik und Reglementierung. Aus diesem Grunde brauche der Verstand weitere Hilfen, die Bacon die *auxilia intellectus* nennt¹⁴⁸. Es sind neun Arten von Hilfsmitteln (*auxilia*), die Bacon programmatisch aufzählt und zu behandeln verspricht. Nur eine dieser Arten wird wirklich im *Novum Organum* behandelt; es sind dies die *instantiae praerogativae*, deren siebenundzwanzig in den Artikeln 22 bis 52 des Buches besprochen werden.

Die Ausführungen über diese siebenundzwanzig prärogativen Instanzen sind innerlich wenig geordnet, wie es bei dieser hochziffrigen Gliederung der Klassifikation kaum

anders zu erwarten ist. Doch gibt es sehr bedeutende Gesichtspunkte in diesen Erörterungen.

Der allgemeine Begriff der prärogativen Instanzen ist schon an sich bedeutend und sinnvoll. Wenn sich nämlich Fälle in der Natur finden, bei denen man mit einem Blick mehr von dem Geheimnis einer Sache erkennt, als sonst bei langen Reihen von Beispielen erkannt werden könnte, so ist es zweckmäßig, diese zu Ausgangspunkten der Forschung zu wählen. Solche Fälle führen uns schneller zu unserem Ziele und sind der Betrachtung würdiger: daher heißen sie prärogativ. Die Aufgabe des Logikers ist es nun, im allgemeinen zu betrachten, wann und wo wir Aussicht haben, auf solche prärogativen Instanzen zu stoßen, und worauf der Vorteil beruht, den sie uns bieten. Ob diese Aufgabe in allgemeiner Weise lösbar ist oder welchen Grad von Klarheit man in dieser Frage erreichen kann, das könnte allerdings zweifelhaft sein. Bacon ist hier in der Bildung von neuen Namen sehr verschwenderisch; er spielt beinahe so damit, als ob diese Namen magische Schlüssel wären (nach dem Ausdruck Kuno Fischers), um uns die Geheimnisse der Natur zu offenbaren. Bacon spricht von Instanzen der Macht, Instanzen des Bundes, Instanzen des Kreuzes, Instanzen der Pforte, Instanzen der Fackel usw. Aber das ist nur äußere Rhetorik, im Grunde geht alles in dieser Theorie ganz natürlich zu.

In dieser Ergänzung der zuvor dargestellten Baconschen Methodik ist die Tendenz wirksam, die Forschung aus einem allzubreiten Induktionsprogramm in engere Betten hoffnungsreicherer Sonderforschung hineinzuleiten. Der Lehre von den prärogativen Instanzen liegt das zugrunde, was man sonst Orientierung der Forschung durch Ideen oder durch apriorische Prinzipien oder auch durch spezielle empirische sachliche Gesichtspunkte nennen möchte.

Das Ganze der Baconschen Methode wird durch diese doppelte Orientiertheit (durch Material und Ziel) nicht zu einem bloßen Kombinationsspiel. Als ein solches hat Sigwart die Baconsche Methodik zu charakterisieren gesucht. Prinzipiell wird sie es nicht, weil weder Material noch Ziel eindeutig klar liegen und festumrissen abgegrenzt werden können; praktisch wird sie es nicht, weil der Weg zu lang und die Mühe zu groß wäre, ein solches Kombinationsver-

fahren rein schematisch durchzuführen, selbst wenn alle Kombinationselemente vorlägen.

Wir geben im folgenden die Klassen der prärogativen Instanzen in freier eigener Reihenfolge wieder, indem wir mit den wichtigsten und charakteristischsten beginnen.

Grenzfälle, *instantiae limitaneae*, erscheinen uns allen auch heute als besonders wichtige und dankbare Anknüpfungspunkte der Forschung. Es handelt sich hier um Fälle, die den Übergang zwischen zwei Arten von Dingen oder Erscheinungen bilden. Wir würden heute sagen, daß hier die Idee der Kontinuität zugrunde liege, die wir in der Reihe der Typen des Seienden als vorherrschend oder bedeutungsvoll erachten. Die Darwinsche Forschung hat diese Art von Betrachtung neuerdings besonders hochgebracht; vor Darwin hat in ähnlicher Art Goethe auf biologischem Gebiete durch die Entdeckung des *os intermaxillare* einen glänzenden Erfolg erzielt, den Bacon sicherlich in diese, seine neunte Klasse von prärogativen Instanzen gestellt haben würde. Bacons eigene Beispiele sind von schwächerer Bedeutung und haben für unser heutiges Denken und Wissen weniger Überzeugungskraft. Er hält das Moos für eine Übergangerscheinung zwischen Vegetation und Fäulnis; er nennt den Affen als eine Übergangerscheinung zwischen Tier und Mensch; die Kometen bezeichnet er als etwas Mittleres zwischen Sternen und Meteoren. Die prärogativen Instanzen dieser Art, sagt Bacon, „deuten die Ursachen der Zahl und Beschaffenheit der ordnungsmäßigen Arten in der Welt an“¹⁴⁰.

Recht wichtig und sinnvoll erscheint mir auch die Hervorhebung der „Instanzen der Macht“ (*instantiae potestatis*). Bei ihnen handelt es sich fast lediglich um Produkte des menschlichen Geistes und der menschlichen Kunst; es will Bacon scheinen, daß man sich an „die besten und vollkommensten Werke, die gleichsam das höchste in der Kunst darstellen“, halten müsse, wenn man etwas Tieferes von dem Wesen der Künste und von den in ihnen wirksamen Kräften verstehen lernen will. Wie wahr dieser Gedanke ist, erkennen wir heute, wenn wir etwa die Ästhetik Hegels mit der Fechners vergleichen. Jedoch entscheidet sich Bacon keineswegs mit Ausschließlichkeit für nur einen bestimmten Ausgangspunkt in der Methode der Geisteswissenschaften dieser Art; es genügt ihm, auf die Wichtigkeit dieses möglichen Ausgehens von den „Fällen der Macht“ hinzuweisen.

Bei den Erscheinungen der Künste handelt es sich, wie früher bei den Erscheinungen der Wärme, um die „Erforschung und Auffindung der dazu gehörenden Formen“. „Doch muß man sich hierbei vorsehen, daß dergleichen den Geist nicht niederdrücke und gleichsam an den Boden fessele. Denn dergleichen Kunstwerke, die sich als Gipfel und Spitzen menschlicher Kraft und Klugheit darstellen, betäuben und fesseln leicht den Geist; er ist ihnen gegenüber wie bezaubert; er kann sich dann mit nichts anderem vertraut machen und meint, daß dergleichen Werke nur auf dem bisherigen Wege, durch Steigerung der Anstrengung und sorgfältigere Vorbereitung hervorgebracht werden können.“ Bacon gedenkt hierbei der „schönen Künste“; aber lebhafter noch stehen ihm die technischen Künste und Erfindungen vor Augen: die Feuerwaffen, die Erzeugnisse der Textilindustrie, die Papierfabrikation¹⁵⁰.

Wir wenden uns jetzt denjenigen Bacon'schen Rubriken zu, die Stuart Mill zur Entwicklung seiner Induktionslehre angeregt haben dürften. Es sind dies die Instanzen 1, 2, 11; wir werden um einer zweckmäßigen Anknüpfung willen auch 15 hinzunehmen.

Die von Bacon als erste genannten prärogativen Instanzen sind die „*instantiae solitariae*“, die „isolierten Fälle“. Isoliert sind diejenigen Fälle, „welche die Eigenschaft, mit der die Untersuchung sich beschäftigt, an solchen Gegenständen zeigen, die außer dieser Eigenschaft nichts miteinander gemein haben...“¹⁵¹. Als Beispiel dient ihm die Untersuchung der Natur der Farben. Man erkennt nämlich aus einer gewissen Sammlung von Beispielen leicht, daß die Farben nur Besonderungen des eingedrungenen Lichtes sein können, da die Mannigfaltigkeiten und Variabilitäten auf seiten der farbigen Stoffe sehr groß gegenüber der Einheitlichkeit des Lichtes und der Natur der Farben sind. Auf seiten der Stoffe kann nur die Verschiedenheit ihres Gewebes und ihrer inneren Gestaltung als mitbedingend in Betracht kommen.

Die zweite Art prärogativer Instanzen sind die Fälle des Wanderns (*instantiae migrantes*); gemeint sind jene Veränderungen an den Dingen, die wir als Entstehen und Vergehen bezeichnen. „Dergleichen Fälle beschleunigen und stärken nicht nur die Ausschließung ungehöriger Annahmen, sondern ziehen auch das Feld der Untersuchung für den

bejahenden Teil, oder die Form selbst, enger zusammen, da die Form der Eigenschaft notwendig etwas sein muß, was durch solche Wanderung (Entstehen) hinzukommt oder umgekehrt durch solche Wanderung (Vergehen) aufgehoben oder zerstört wird.“ — Es scheint uns, daß diese Erklärung stark an die *tabula graduum* erinnert, so daß also das Prinzip dieser Art von prärogativen Instanzen zu den Prinzipien, auf denen jene ursprünglichen Instanzentafeln beruhen, nichts Neues hinzubrächte. Ob dies nun so sich verhalten mag oder nicht, jedenfalls hängt diese Art von Instanzen mit dem Prinzip der *tabula graduum* nahe zusammen.

Als elfte Art prärogativer Instanzen¹⁵² werden die „*instantiae comitatus atque hostiles*“, die Begleitungs- und Feindschaftsfälle genannt. „Es sind dies die Fälle, welche einen Körper oder besonderen Gegenstand zeigen, den die untersuchte Eigenschaft immer wie ein einzelner Gefährte begleitet oder den umgekehrt die untersuchte Eigenschaft immer flieht, so daß sie wie ein Feind und Gegner immer von seiner Begleitung sich ausschließt.“ Die Flamme z. B. sei immer heiß. Die Luft könne niemals fest werden und ihren Flüssigkeitscharakter ablegen. Man sieht, daß hier nicht etwa Form und Natur sich uns paarweise darstellen, sondern daß es weit äußerlichere Gemeinschaftsverhältnisse sind, die nur als Anhaltspunkte für unsere Erforschung der Formen in Betracht kommen.

Die fünfzehnte Art der prärogativen Instanzen heißen die „*instantiae divortii*“, die Fälle der Scheidung. Auch bei ihnen handelt es sich darum, daß zwei Momente in den Erscheinungen zunächst miteinander verbunden aufzutreten pflegen, wie in der soeben besprochenen elften Art; aber ein wesentlicher Unterschied tritt hervor: von irgendeinem Punkte ab scheidet sich das bis dahin miteinander Verbundene. Dieser Punkt ist es, der hier unsere Beachtung auf sich zieht. Bacon selbst redet in der Frage dieser Unterscheidung seiner Klasse 15 von seiner Klasse 11 nicht ganz glücklich; er übersieht den von uns soeben angeführten wesentlichen Umstand, um den Unterschied auf etwas weit weniger Wichtiges zu gründen. Er meint nämlich, daß es sich bei der elften Art der Instanzen um eine Verbindung bzw. Lösung zwischen einem Körper und einer Eigenschaft handle, daß es sich dagegen bei der fünfzehnten Art der

Instanzen um die Trennung einer Eigenschaft von einer anderen Eigenschaft handle. Die Beispiele, die Bacon hier gibt, gehen, wie auch sonst nicht selten, sehr in abstrakte und fast kategorial-allgemeine Verhältnisse und Probleme hinein. Er fragt sich nämlich, ob Stoff und Aktivität der Natur (*natura corporea et actio naturalis*) immer miteinander Hand in Hand gehen. Bacon ist geneigt, diese Frage in einem sehr weiten Umfange zu bejahen, indem er auf die Wärme und auch auf die Töne und Lichtstrahlen hinblickt, welche letztere „wahrscheinlich eines Mediums für die Übertragung der Wirkung bedürfen“. Dagegen werde diese insoweit konstante Beziehung zwischen Naturkräften und Stoffen durch die Phänomene des Magnetismus durchbrochen. Denn das Medium sei beim Magnetismus ohne Bedeutung. „Hat daher diese Kraft oder Wirksamkeit (des Magnetismus) mit den Medien nichts zu tun, so folgt, daß die natürliche Kraft oder Wirksamkeit (des Magnetismus) für eine bestimmte Zeit und einen bestimmten Raum auch ohne Körper besteht, da sie weder in den die Grenzen bildenden (*in corporibus terminantibus*) noch in den dazwischen befindlichen Körpern (*nec in mediis*) enthalten ist. Deshalb kann die *actio magnetica* als eine Scheidungsinstanz für die *natura corporea* und die *actio naturalis* gelten¹⁵³.“

Wir haben oben bemerkt, daß sich Stuart Mill auf einige dieser Baconschen Ausführungen gestützt haben dürfte. Wie weit das der Fall gewesen ist, bleibe dahingestellt. Insonderheit wird dies für die zuletzt soeben von uns genannte Instanzenart, die der Scheidungsfälle, schon nicht mehr gelten können. Es besteht aber überhaupt ein prinzipieller Unterschied zwischen Bacon und Mill. Mill ist es darauf angekommen, dasjenige herauszuarbeiten, was strenge Beweiskraft und Schlüssigkeit für die Entdeckung eines Kausalverhältnisses hat. Bacon dagegen ist es darauf angekommen, Fälle zu kennzeichnen, die unsere wissenschaftliche Aufmerksamkeit in besonders hohem Maße verdienen. Wie weit dann die Beweise auf Grund des Studiums solcher Fälle tragen, diese Frage interessiert ihn in der Lehre von den prärogativen Instanzen höchstens in zweiter Linie.

Wir fahren nun darin fort, weitere Arten von Instanzen aufzuführen, die in der Hauptlinie der Baconschen Absichten liegen. Die als Klasse 3 und Klasse 4 von Bacon auf-

gezählten Arten stehen im Gegensatzverhältnis zueinander. Die Erscheinungen, mit denen wir es in der dritten Instanzenart zu tun haben, zeigen uns irgendwelche Dinge in besonders aufdringlicher Erscheinung; die Instanzen der vierten Art dagegen zeigen uns die Erscheinungen nur in leisen Andeutungen. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß Bacon, je nach Umständen, mit beiden Auszeichnungen, die er den beiden Arten von gegensätzlichen Fällen verleiht, im Rechte ist. Die einen heißen *ostensivae* oder *elucescentiae*, die andern heißen *clandestinae* oder *instantiae crepusculi* (Instanzen der Dämmerung). Die ersteren wurden bereits, worauf Bacon selbst hinweist, bei Gelegenheit der ersten Weinlese über die Form der Wärme genannt. „Sie zeigen“, heißt es jetzt, „die untersuchte Eigenschaft nackt und substantiell und in ihrer Steigerung oder im höchsten Grade ihrer Kraft, befreit und losgelassen von den Hindernissen, oder über diese durch die Stärke ihrer Kraft herrschend und sie unterdrückend und niederhaltend“. Die verborgenen Fälle dagegen¹⁵⁴ „zeigen die untersuchte Eigenschaft in ihrer schwächsten Wirksamkeit, gleichsam in ihrer Wiege und in ihrem rohesten Anfange, wie sie strebt und gleichsam zuerst sich versucht...“ Als Beispiel für die letztere Art dienen ihm gewisse Phänomene am Wasser: daß es die dünne Haut von Wasserblasen zu bilden vermag, daß es, anstatt in runden Tropfen zu fallen, einen sehr dünnen Strahl bilden kann, — Phänomene, welche zur Erhellung der Natur des „Festen“, das sich hier in den ersten Anfängen zeigt, beitragen könnten.

Wir nennen nun weiter die *instantiae ultimitatis*. Es sind dies die äußersten Grenzfälle, besonders hinsichtlich der Größe und Kleinheit, in denen die Gebilde der Natur sich uns zeigen können. Bei der schlechten systematischen Ordnung, die Bacon seiner Instanzenlehre gegeben hat, wird man über Wiederholungen nicht erstaunt sein. Wie man bei den Erläuterungen zu den *instantiae ostensivae* Anlaß nehmen konnte, sich der Instanzen der „Macht“ zu erinnern (oder umgekehrt bei diesen an jene), so kann man auch jetzt bei den *instantiae ultimitatis* sich teils der Instanzen der Macht, teils auch derer der Dämmerung erinnern. Weniger wäre es hier am Platze, jener Klasse der „Grenzfälle“ zu gedenken, welche Kontinuitäts- und Übergangsfälle sind. Denn diese *instantiae ultimitatis* umfassen „die Fälle des äußer-

sten Grades nach unten sowohl wie nach oben“. So soll der Walfisch ein Beispiel für den äußersten Grad erreichbarer Größe eines Tieres sein, die Würmer in der Haut, deren Existenz man zu Bacons Zeit annahm, bieten ihm ein Beispiel für die äußerste Kleinheit von Tieren. Das Gold sei ein Beispiel für die äußerste Schwere, das Eisen für die äußerste Härte. — Mit diesen letzten beiden Tatsachen ist wohl für die Formenforschung (nach unserer Meinung) nicht viel anzufangen, — es sei denn, daß man bereits die Elektronentheorie der chemischen Elemente kennt.

Hieran reihen wir weiter diejenigen Fälle, die Bacon die *instantiae deviantes*, die Entgleisungsinstanzen, nennt; es sind dies die Irrtümer der Natur, Monstrositäten und Ausartungen ins Unbestimmte (*vaga ac monstra*¹⁵⁵). Ohne Zweifel ist dies ein Gesichtspunkt von besonderer Eigenart, und es ließen sich Beispiele aus der Geschichte der Wissenschaften beibringen, in denen solche Fälle wirklich aufschlußreich gewesen sind, oder wo man es von ihnen nicht ganz ohne Recht gehofft hat.

Weiterhin reihen wir die *instantiae monadicae* an. Das Quecksilber wird hier angeführt, weil es unter den Metallen eine Sonderstellung einnimmt und daher eine besondere Beachtung von seiten der Wissenschaft verdiene. Einige Ausleger bezeichnen diese Gruppe durch den Begriff der „Ausnahme“-Fälle. Von der eben vorher genannten Klasse der Irrtümer der Natur läßt sich die der *instantiae monadicae* vielleicht auf eine bestimmte innerliche, wenn auch nicht sehr scharfe Weise unterscheiden. Bacon sucht den Unterschied auf eine etwas äußerliche Weise festzulegen, indem er sagt, daß die *instantiae monadicae* Wunder der Gattung nach, die *instantiae deviantes* dagegen Wunder dem Individuum nach seien.

Wir ziehen nunmehr die *instantiae conformes sive proportionatae* zur Betrachtung heran, für welche Kuno Fischer den treffenden Ausdruck anbietet: „bedeutsame Analogien¹⁵⁷“. Bacon zeige hier, sagt Kuno Fischer, „gleichsam die Familienähnlichkeit der Natur, um den Stammbaum der Dinge auszuspähen“. Allerdings, das müssen wir hinzufügen, ist der wissenschaftliche Weg von bloßen äußeren Analogien bis zur Enträtselung des Wesens der Dinge ein ziemlich weiter; Bacon war sich über dies logisch-methodologische Verhältnis auch ganz im klaren.

„Bisher“, sagt Bacon, „erging sich der menschliche Fleiß mit Vorliebe in den Varietäten der Dinge und suchte gern die Verschiedenheiten im Reiche der Tiere, Pflanzen und Minerale . . . Dergleichen Dinge sind ergötzlich und haben bisweilen auch praktischen Nutzen, aber sie tragen wenig oder nichts zur wirklichen Einsicht in die Natur bei. Deshalb müssen wir unsere Mühe darauf verwenden, die Ähnlichkeiten und Analogien der Dinge . . . zu untersuchen. Denn es sind dies Analogien, welche die Natur vereinigen und den Anfang zur wirklichen Wissenschaft machen.“

„Das ist wahrlich von geringer Bedeutung, daß man alle Spezies von Blumen im Gedächtnis habe und sie benennen kann: alle die Iris- und Tulpenarten oder alle Konchylien oder die endlosen Varietäten von Hunden und Falken . . . Auf solche Weise kann man sich eine Masse von Kenntnissen erwerben, ohne eine Ahnung von Wissenschaft zu haben¹⁵⁸. . .“ „Aber“, sagt Bacon, (N. O. II. 27), „in den Analogien ist eine gewichtige und strenge Vorsicht anzuwenden. Denn nur solche sind gültig, die natürliche Ähnlichkeiten bezeichnen, d. h. wirkliche und substanzielle, die im Wesen der Natur liegen, nicht zufällige . . . noch weniger eingebil-dete, wie sie die Leute der natürlichen Magie überall zur Schau tragen, die mit der größten Eitelkeit und Unbesonnenheit leere Ähnlichkeiten und Sympathien in der Natur beschreiben . . . Aber das sind ganz oberflächliche und untergeordnete Menschen, die man bei ernstesten Dingen, wie es die unsrigen sind, kaum nennen sollte.“

Bacon vergleicht das Auge mit einem Spiegel, das Ohr mit dem Echo. Überall, meint er, bestehe eine Analogie zwischen den Sinnesorganen des Menschen und den reflektierenden toten Körpern. Die Wahrnehmungsarten der lebenden Wesen seien nicht ohne Verwandtschaft zu den Bewegungsarten in der Natur. Freilich gibt es mehr Bewegungen in den leblosen Körpern als Sinne in der menschlichen Seele; es scheint uns oft an Sinneseinrichtungen zu fehlen, um allen Bewegungen in der Natur gerecht werden zu können.

Es gibt Ähnlichkeiten in den Formationen, welche uns auffallen, wenn wir das Pflanzenreich und das Mineralreich betrachten und uns durch diese Ähnlichkeiten zu Vergleichen anleiten lassen. Innerhalb des Pflanzenbaues gibt es typische Strukturen, die immer wiederkehren; die Elementarformen des Pflanzenwuchses vervielfältigen sich beim

Wachsen der Pflanzen und entwickeln sich nach außen hin, d. h. zur Peripherie ihres Baues hin. Auch seien die Wurzeln und die Zweige der Bäume analoge Bildungen.

In der Tierwelt müsse man die Bewegungsorgane bei Vierfüßlern, Vögeln und Fischen miteinander vergleichen.

Sogar in der Formation der Kontinente der Erde gibt es Analogien; Afrika und Südamerika haben eine ähnliche Gestalt und Lage; auch die Meerengen und Vorgebirge der beiden Kontinente bestätigen diese auffallende Ähnlichkeit. „Das ist nicht zufällig.“ Die Kontinente der Alten und Neuen Welt haben das Gemeinsame, daß sie große Ländermassen gegen Norden breit ausstrecken; gegen Süden aber verengern sich diese Massen und spitzen sich zu.

Auch in den typischen Bildungen und Strukturen der Rhetorik, der Mathematik, der Musik gibt es Analogien.

Alle diese Betrachtungen und Vergleiche haben allerdings Bacon nicht zu irgendwelchen tiefen Formeinsichten geführt, nach denen er im Grunde am meisten strebt. Aber es ist diese sinnige Betrachtung der Analogien zum mindesten ein Dokument seines Glaubens an die Existenz großer und tiefer einheitlicher Naturpläne oder Naturursachen. Dieser Glauben gibt, ganz allgemein gesagt, den Grund und Zusammenhang an, warum es für uns prärogative Instanzen geben kann und nicht alle Beispiele, von denen der denkende Geist ausgeht, gleich wertvoll sind.

Die „bedeutsamen Analogien“ haben nicht als Axiome der Erfindung, sondern nur als Wegweiser zu gelten. Sie haben nur eine anregende Bedeutung. Würde man aber auf solche Anregungen verzichten, so hätte man auch wenig Hoffnung, vorwärts zu kommen, und die Forschung könnte leicht in Pedanterie und Einzelwissen ersticken.

Wir brechen die Betrachtung der mannigfachen Arten prärogativer Instanzen nunmehr vorläufig ab, um einer allgemeinen Erwägung über den gesamten Entwurf Bacons in dieser Sache Raum zu geben. Aus den später noch heranzuziehenden Klassen weisen wir nur ganz kurz noch auf zwei hin, die uns ebenso wichtig und charakteristisch zu sein scheinen wie die bisher besprochenen. Es sind dies die 13. Klasse, welche den Namen *instantiae foederis* trägt, und die 24. Klasse, deren Fälle *instantiae luctae*, Instanzen des Kampfes, heißen. Die Instanzen des Bündnisses (*foederis*) sind wichtig, weil es sich bei ihnen darum handelt, daß

altgewohnte und äußerlich zurechtbestehende Einteilungen und Artunterscheidungen überbrückt oder durchbrochen werden sollen. Dies gelingt durch die Entdeckung besonderer verbindender Momente. Die Instanzen des Kampfes sind wichtig, weil im Kampf der Kräfte (der toten Natur sowohl als der lebenden) das eigentlich Treibende schärfer als sonst hervortreten kann.

Wir bemühen uns nun um die zusammenhaltende Idee des ganzen Entwurfs.

Die richtige Deutung des Problems der prärogativen Instanzen scheint mir Kuno Fischer gegeben zu haben, indem er folgende philosophischen Erwägungen an die Spitze stellt. Gäbe es ein allgemeines Gesetz oder Axiom der Natur, so, meint er, würde es die Einheit der ganzen Natur aussprechen. Strebt nun die induktive Methode, die sich freilich beschränkt, auf absehbare Zeit nur speziellere Gesetze und Formen zu entdecken, zuletzt doch einem solchen All-Einheits-Ziel zu, der „*unitas naturae*“, so wird man im Hinschauen auf diese letzte Möglichkeit schon hier und da bei den Einzelforschungen eine gewisse Anleitung in sich erleben können. Man könnte sich also wohl auch so ausdrücken: die Vorausannahme der tieferen Zusammenhänge, Planmäßigkeiten oder Formen der Natur macht es, daß wir uns berechtigt glauben, hier und da eine Instanz als prärogativ zu empfinden. Kuno Fischer fährt fort: Gleich Spinoza sieht Bacon in den Dingen eine *natura naturata*, der als wirkende Kraft die *natura naturans* zugrunde liegt; diese gilt auch ihm als die Quelle aller Dinge, als *unitas naturae*. Während aber Spinoza aus der *natura naturans* die *naturata* deduziert, will Bacon umgekehrt aus der *naturata* die *naturans* induzieren. Er sucht deshalb nach Erscheinungen in der Natur, die auf die Einheit des Ganzen hinweisen, Gesichtspunkte in die Einheit der All-Natur eröffnen und so den Schluß der Induktion unterstützen. Gibt es solche Erscheinungen, die mehr als andere die Einheit der Natur ahnen lassen, so fesseln sie als prärogative Instanzen unsere Aufmerksamkeit.

Es ist angemessen, bei diesen Worten Kuno Fischers den Ausdruck „ahnen“ zu beachten. Denn die All-Einheit können wir nicht deutlich vor Augen haben; aber wir fühlen es, ob wir in den Zusammenhängen, die sich unserer Beachtung anbieten, uns ihr nähern. Aus dieser rela-

tiven Näherung ergeben sich die Gesichtspunkte der Auswahl, die wir treffen, wenn uns verschiedene Wege und Beobachtungsreihen gleichermaßen zugänglich sind. Die Prinzipien dieser unserer auswählenden Entscheidung sind die Baconschen prärogativen Instanzen. Man mag dies im Anschluß an Kuno Fischer Gesagte nun als Interpretation oder als Weiterbildung der Baconschen Theorie ansehen, jedenfalls wäre damit auch zugleich erklärt, warum der Prozeß der Forschung nicht absolut schematisch mechanisiert werden kann und warum jene Unabgeschlossenheit in ihm bleiben muß, die auch Kuno Fischer als natürlich und notwendig für jedes induktive Verfahren behauptet.

Stuart Mill scheint mir diesem Geiste der Baconschen Lehre nicht ganz gerecht geworden zu sein. Stuart Mills Leistung gibt sich zwar als eine Fortbildung der Baconschen Methode. Man kann sie aber, sich ihrer bereits oben gegebenen Charakteristik erinnernd, jetzt auch dahin erläutern, daß Mill die Instanzenlehre Bacons in bestimmte kristallharte Hauptlinien zusammenfassen wollte, welche im All der Natur eine so starre und strenge Orientierung zustande zu bringen vermöchten, daß unsere Kausalforschung und unsere Beweisverfahren durch diese abstrakten Hauptlinien vollkommen zuverlässig geleitet und absolut zwingend zu werden vermöchten. Seine vier bis fünf Hauptregeln der Induktion bedeuten, wenn man ihr ontologisches Substrat herauspräpariert, eine etwas starre und oberflächliche Festlegung eines Gesamtschemas der Naturordnung. Bacon war in dieser Frage vorsichtiger und wollte kein solches starres Gesamtschema geben. Daher ist es zweifelhaft, ob man recht daran tut, Mills Leistung für einen Fortschritt gegen Bacon zu halten; vielleicht ist Bacon doch der Größere und Weitsichtigere in diesen Dingen gewesen.

Es wäre nicht unmöglich, die Lehre von den prärogativen Instanzen heute noch weiter auszubauen, bzw. sie durch einige modernere Gesichtspunkte zu bereichern. Ich weise auf diese Möglichkeit hin, weil durch ein solches inneres Neuerleben der Baconschen Grundidee sich deren Verständnis noch besser und tiefer erschließen läßt. Wir könnten z. B. an den Gesichtspunkt des Fließenden (im Sinne des Differentials und der geheimsten Wendungen im Lebensplan bei Bergson) denken, oder wir könnten an die Schopenhauersche Technik des Erstarrenmachens und Anhaltens

geistig-seelischer Prozesse, oder an Bismarcks Begriff und Wertschätzung der Imponderabilien in der Politik erinnern.

Galilei hat gesagt, man müsse, um im Buche der Natur lesen zu können, deren Alphabet verstehen. Nun wohl, dieses Alphabet lesen zu lernen, dazu hat uns Galilei auf seine Weise den Weg eröffnet; aber ist sein Weg für immer der einzige Weg? Auch Bacon hat es versucht, um im Gleichnisse Galileis zu sprechen, uns das Alphabet der Natur lesen zu lehren, bzw. uns die Schlüssel zur Deciffrierung ihrer dunkeln, nur andeutenden und beziehungsreichen Zeichen darzubieten. Das beste Material dieser Anleitung hat er in seiner Lehre von den prärogativen Instanzen niedergelegt. Dies muß um der Gerechtigkeit willen gesagt werden. Erst wenn man diesen Gesichtspunkt gegenüber dem problematischen Inaugurator einer „neuen Logik“ angenommen haben wird, wird man in die Frage der feineren Abwägung seiner Verdienste und seiner Mängel eintreten können.

Wir haben einige restierende Gruppen prärogativer Instanzen noch nicht geschildert. Wir hatten diese Aufgabe deshalb aufgeschoben, weil bei diesen Gruppen besondere Charaktere hervortreten, durch die sie zum Teil aus der Hauptidee der Lehre von den prärogativen Instanzen etwas herausgerückt werden.

Fünf solcher Instanzenarten, die als Klasse 16—20 aufgezählt werden, faßt Bacon selbst zu einer Sondergruppe zusammen. Er sagt von diesen Arten: „Sie dienen den Sinnen zur Unterstützung.“ Gleich in der ersten derselben werden Mikroskope und Ferngläser genannt. Daß hierdurch der Gesichtspunkt der Betrachtung ein wenig verschoben wird, ist leicht zu bemerken. Denn im allgemeinen sollen die prärogativen Instanzen *auxilia intellectus* sein, aber nicht Unterstützungen für die Sinne bieten. Nun wird es ja freilich nicht zweifelhaft sein, daß neue Tatsachen, die wir den zur Unterstützung der Sinne erfundenen Instrumenten verdanken, oft auch lohnende Anknüpfungspunkte für das Nachdenken bieten werden; aber, daß sie lohnend sind, das gründet sich hier nicht in direkter Weise auf einen besonderen systematisch-naturphilosophischen Vorzug in den Erscheinungen.

Im übrigen bedeutet die Aufzählung dieser fünf Arten, die der Belebung der sinnlichen Empfänglichkeit dienen,

einen recht geistvollen kleinen Entwurf. Nach der bereits erwähnten Klasse 16, den *instantiae portae*, folgen die *instantiae citantes*, die „vorladenden Fälle“. Es handelt sich bei ihnen darum, daß ein Geheimnis der Natur vorgeladen wird, vor den Sinnen in wenigstens symptomatischen Bekundungen zu erscheinen. „Sie führen das Nicht-Sinnliche auf das Sinnliche zurück.“ Aus den Beispielen hierfür sei der Gedanke hervorgehoben, daß das Gewicht uns ein sinnliches Zeichen für die Anhäufung der Materie, ihre Menge und Dichtigkeit, gebe. Die Dichtigkeit der Luft, zum Beispiel, sei sinnlich direkt nicht wahrnehmbar. Bacon stellt selber ein Experiment an und beschreibt es, bei welchem es sich um Alkohol in flüssiger Form und in Dampfform handelt; er ermittelt durch Wägungen, daß der Dampf etwa 100mal so viel Raum einnimmt, als zuvor der flüssige Alkohol eingenommen hatte. Die Rolle der Gewichtsmessungen ist prinzipiell sehr treffend angegeben.

Es folgen die *instantiae viae*. Bei diesem Namen handelt es sich nur um eine Ermahnung zur Vollständigkeit und Lückenlosigkeit des Beobachtens. „Man betrachtet“, sagt Bacon, „eine Eigenschaft oft nur periodisch oder zu getrennten Zeiten, wenn die Körper schon vollendet und fertig sind, aber man betrachtet sie nicht genug in ihrem Werden.“ Man sollte also den gesamten „Weg“ verfolgen, den die Dinge nehmen. So sollte man die Vorgänge im Ei während der Ausbrütung studieren.

Es folgen dann die *instantiae supplementi*. Wo die Sinne ganz versagen, wo das Unsinnliche auf keine Weise wahrnehmbar gemacht werden kann, da soll es erlaubt sein, aus der Stellvertretung einen Schluß zu ziehen; d. h. man soll beobachten, was ähnliche Körper oder verwandte Kräfte in gleicher Lage zu tun pflegen. Ein etwas bedenklicher Rat! Man soll zum Beispiel auf die Undurchdringlichkeit der animalischen *spiritus* daraus einen Schluß ziehen, daß feinere, sinnliche Materien, wie Luft, Staub und Rauch, sich als gegenseitig undurchdringlich erweisen.

Die fünfte und letzte Art dieser Sondergruppe sind die *instantiae persecantes*, die durchschneidenden Fälle. Der Ausdruck „durchschneiden“ ist etwas weit hergeholt. Er soll daran erinnern, daß Demokrit durch seine Atomistik die Natur zu zerschneiden gelehrt hat. Man soll, heißt es hier, auf die Verteilung der Materien aufmerksam sein und

z. B. beachten, zu wieviel Buchstaben ein kleiner Tropfen Tinte hinreicht oder wie die Gerüche die Luft in großen Raumverhältnissen erfüllen können.

Unmittelbar an diese Gruppe von Instanzen, welche alle im Dienste der sinnlichen Wahrnehmung stehen sollen, schließt Bacon eine andere Gruppe von einigen weiteren Instanzenarten an, die ebenfalls in sich recht wichtig und bedeutungsvoll ist. Es sind dies die „mathematischen Fälle oder die Instanzen des Maßes“. Ihrer gibt es vier Klassen, die unter den Nummern 21—24 aufgezählt werden. Hier nähert sich Bacon ein wenig, jedoch eben nur ein wenig, dem Geiste und Wesen der exakten, messenden, modernen Naturwissenschaft. „Das Werk gelingt selbst nach (1) genauer Erforschung (1) der Natur nicht, wenn die Kräfte und Wirksamkeiten der Körper mangelhaft bestimmt und bemessen worden sind. Diese Bestimmung und Bemessung geschieht entweder räumlich oder zeitlich oder der Masse nach (*per unionem quanti*) oder den Kräften nach (*per praedominantiam virtutis*); ist nach diesen vier Richtungen nicht alles genau und sorgfältig erwogen, so mag die Wissenschaft wohl schön (1) erscheinen, aber sie bleibt unbrauchbar¹⁵⁹.“ Nach der Vierzahl dieser Richtungen heißen nun die vier Arten, mit wieder recht absonderlich gewählten Namen: *instantiae virgae*, *instantiae curriculi*, *instantiae quanti* und *instantiae luctae*. Die zuerst genannte bezieht sich auf die Ausmessung der räumlichen Distanzen; die zu zweit genannte auf die der zeitlichen Distanzen. „Denn“, heißt es zu den Instanzen der Rute, „die Kräfte und Bewegungen der Dinge vollziehen sich in räumlichen Entfernungen, die nicht unbestimmt und zufällig, sondern bestimmt und fest sind. Ihre Beobachtung und Verzeichnung ist für die Praxis (1) von großer Bedeutung; man schützt sich dadurch gegen das Mißlingen der Arbeit und macht sie zugleich wirksamer und kräftiger.“ Von der vierten dieser Instanzenarten, die die *instantiae luctae* heißen, haben wir bereits oben vorgreifend ein paar Worte gesagt. Bei dieser Art hat Bacon weniger als bei den drei vorhergehenden die eigentliche Messung im Sinne. Es ist ihm hier mehr um Beobachtungen der Typen und qualitativen Unterschiede zu tun; wenigstens tritt diese Seite der Sache in den von ihm gegebenen Ausführungen stark hervor. Er benutzt nämlich den Aphorismus¹⁶⁰, der dieser Instanzenart gewidmet ist,

dazu, eine Klassifikation aller in der Natur vorkommenden Bewegungsarten zu geben, und er findet deren neunzehn. Im folgenden Kapitel unseres Buches werden wir bei der Besprechung der Bacon'schen Naturphilosophie auf dieses Thema zurückkommen. Für den jetzigen Augenblick begnügen wir uns, ein paar der wichtigeren allgemeinen Thesen und Charakteristiken über den Sinn dieser Instanz wiederzugeben. Die Fälle des Kampfes sollen auch Fälle des Übergewichts heißen dürfen. „Sie zeigen das Übergewicht oder das Erlöschen der gegenseitigen Kräfte an.“ „Die Regeln über das Übergewicht müssen gesammelt werden. Eine solche ist z. B., daß, je allgemeiner das Gut ist, was erstrebt wird, desto stärker die Bewegung ist. Deshalb ist der *motus nexus*.“ — er meint damit das, was wir heute als Kraft der Kohäsion bezeichnen — „welcher auf die Gemeinsamkeit des Weltalls geht“ (im Sinne des *horror vacui*?) „stärker als die Bewegung der Schwere, welche nur auf den Vorteil der dichten Körper geht.“

Es bleiben jetzt nur noch sechs Instanzenarten zur Besprechung übrig. Von diesen fasse ich zunächst drei zusammen, die wichtig sind, während wir die letzten drei dann als unerheblich bezeichnen können. Den jetzt zu beschreibenden drei wichtigen Instanzenarten aber möchte ich eine abgesonderte Besprechung zuteil werden lassen, weil bei ihnen bestimmtere logische Motive hervortreten.

Ich stelle hierhin die wichtigen *instantiae crucis*, eine unter Nr. 14 von Bacon besprochene Art. An alten Scheidewegen waren Kreuze aufgerichtet; dies ist der Ursprung der Bacon'schen Bezeichnung. Der Sinn und die Absicht dieses Gruppenbegriffs ist aber folgendermaßen zu fassen: Im Laufe wissenschaftlicher Gedankengänge kommt man zuweilen an Punkte, an denen sich ein Scheideweg eröffnet; zwei verschiedene Meinungen erscheinen als möglich. Gelingt es dann, die eine dieser Meinungen durch ein Experiment oder eine Beobachtung als falsch zu erweisen, so bleibt allein der andere Weg übrig. Dieser ist dann als der richtige erwiesen. Man sieht, daß dies — auf rationalem Felde — die Methode der indirekten Beweise in der Geometrie ist. Es erscheint mir aber zweifelhaft, ob Bacon recht daran tut, diesen Typus von Gedankengängen zu einer Instanzenart zu machen. Er hätte diese wirklich wichtigen Wendungen des Gedankens unter die abstrakten, allgemeinen

Formen der Logik oder der Methodenlehre stellen und sie dort studieren sollen. Statt dessen spricht er so, als ob es nur ein glücklicher Charakterzug mancher Erscheinungen sei, daß sie sich als Beweiselemente in jene disjunktiven Gedankengänge einfügen lassen. Ganz mit Recht bemerkt Bacon von diesen *instantiae crucis*, daß sie etwas „entscheiden“¹⁶¹, während es sich sonst meist um gewisse Trennungen und Verbindungen auf Grund bloßer „Wahrscheinlichkeiten und Vermutungen“ handle. Ich meine, daß dieser innere Unterschied im systematischen Aufbau der ganzen Bacon'schen Logik hätte zur Geltung kommen sollen. — Die beigebrachten Beispiele sind zum Teil gut oder wenigstens historisch bemerkenswert. So wird ein Experiment vorgeschlagen, welches entscheiden würde, ob die Erdanziehungskraft mit der Entfernung abnimmt. Ferner soll aus gewissen Erfahrungen entschieden werden, ob bei einer gewaltsamen Bewegung eines toten Körpers die hinter ihm nachdringende Luft das Treibende ist. Diese Frage wird uns noch bei der Darstellung der Entstehung der neueren Naturwissenschaft beschäftigen.

Einen starken Einschlag von logischem Raisonement haben auch die *instantiae constitutivae*, die begründenden Fälle, die als Nr. 5 genannt werden. Es soll hier auf die Zerlegung des Phänomens in Teilmomente ankommen, wobei dann gleichsam „Bündel“ von Erscheinungen entstehen, die in sich gesondert aufgeklärt werden können. So entstehen partielle „Begründungen“; daher der Ausdruck: begründende Fälle. So könne z. B. durch kleine physiologische Experimente nachgewiesen werden, daß das Riechen ein Bestandteil oder ein mitwirkendes Moment beim Schmecken ist.

Wegen der als Nr. 13 aufgezählten *instantiae foederis* kann man schwanken, ob man den logischen Rahmen, der die hier ins Auge gefaßten Beobachtungen umgibt, für ebenso entscheidend halten soll wie bei den *instantiae crucis* und den *instantiae constitutivae*. Diese Art von Instanzen „vermischen und vereinen Eigenschaften, welche sonst als ungleichartig und als solche gelten, von denen die gewohnten Einteilungsweisen abhängen“. Das soll heißen: es gibt Erfahrungen, welche dazu helfen, daß die gewöhnlichen Einteilungsgegensätze überbrückt und aufgehoben werden; das gibt dann eine Hoffnung, dem Innern der Dinge und der Wahrheit etwas näher zu kommen als sonst und „jene Lar-

ven und Bilder der Dinge zu beseitigen, die in den besonderen Substanzen personifiziert auftreten“. Folgende Beispiele Bacons erwähne ich: Es läßt sich dartun, daß der Unterschied zwischen siderischer und irdischer Wärme hinfällig ist. Zwischen dem Instinkt der Tiere und der Vernunft der Menschen scheint es Verbindendes zu geben, worauf gewisse kluge Handlungen von Tieren hindeuten; Bacon erzählt die Handlungsweise eines Raben.

Damit wären wir am Ende dieser interessanten, aber sehr unübersichtlichen geistigen Materialsammlung Bacons. Denn die drei letzten Instanzenarten (Nr. 25—27) sind recht unbedeutend, und es mag genügen, sie nur ganz kurz zu nennen: Es sind dies die andeutenden Fälle, *instantiae innuentes*, bei denen der Antriebskraft ein gewisses Recht zugestanden wird, die von menschlichen technischen Wünschen und Hoffnungen ausgeht, ferner die *instantiae polychrestae*, d. h.: die vielverwendbaren Instanzen, bei denen Bacon von technischen Gesichtspunkten bei der Anstellung von beliebigen Versuchen spricht, und schließlich die *instantiae magicae*, bei denen ein auffälliges Verhältnis zwischen geringen Mitteln und großen Effekten sich zeigt; der Magnet, das Schießpulver und der Hebel oder auch das Zahnradgetriebe, stehen hier Bacon vor Augen.

Wenn ich in dieser Darstellung die Reihenfolge Bacons umgestoßen habe, so könnte es doch vielleicht als ein Vorzug der Darstellung gelten, daß hier der Versuch gemacht wurde, einige Gesichtspunkte zu einer tieferen inneren Ordnung der siebenundzwanzig Instanzen beizubringen. Denn es ist die Aufgabe des Philosophiehistorikers, die überlieferten Philosopheme verständlicher und sachlich durchsichtiger zu machen, als sie es sonst sein würden, sofern dies geschehen kann, ohne daß umfangreiche neue systematische Untersuchungen eingeschoben werden müßten. Der Begriff einer Sammlung von Gesichtspunkten, die nichts weiter miteinander gemein haben, als daß sie häufig beim Studium der Dinge eine gewisse Wichtigkeit gewinnen können, hat gewiß von vornherein etwas Bedenkliches. Die Quellen dieser Wichtigkeit sind denn eben auch, wie wir gesehen haben, recht ungleich untereinander. Aber Bacon hat mit kühner Entschlossenheit und mit der Energie einer etwas äußerlichen Pedanterie wirklich das Beste zusammenzubringen gewußt, was sich von ideellem unterstützendem Rüstzeug

zu den Methoden der Induktion beibringen ließ. Nur das Wesen der mathematischen Methode, die wohl auch in diesen Kreis als Spezialfall hätte eingereiht werden können, hat er ihrem wahren Schlüsselwert nach durchaus nicht erkannt.

IV. BACON, DER ENZYKLOPÄDIST

Gehen wir über den Kreis der Logik und des *Novum Organum* hinaus, so muß als das zweite Hauptwerk Bacons das Werk: „*De dignitate et augmentis scientiarum*“ gelten. Kuno Fischer nennt es kurzweg: die Enzyklopädie. In der Tat ist es ein außerordentlich breit angelegtes Werk, das alle Teile der Philosophie behandelt. Es ist nicht in allen Teilen so vollständig ausgeführt worden, wie es geplant war; es ist Fragment geblieben (ähnlich wie das *Novum Organum* ein Fragment ist); doch haben alle vorgesehenen Teile umfassende, summarische Exposés erhalten, so daß das Ganze doch als etwas innerlich Fertiges und Geschlossenes wirkt.

Will man die beiden genannten Hauptwerke Bacons einander entgegenstellen, so kann man sagen: Das *Novum Organum* sieht es auf einen Bruch mit dem Bisherigen ab und sucht neue Grundlagen für die Zukunft. Die Enzyklopädie dagegen will die Schätze retten und bergen, die die Wissenschaft bis dahin ans Licht gebracht hatte¹⁶².

Mit dieser Absicht, den ererbten Besitz sich zu vergegenwärtigen, verbindet sich die zweite, die verschiedenen Wissenschaften einander näher zu bringen, wovon sich Bacon eine gegenseitige Befruchtung derselben und das Bewußtwerden ihrer Lücken und die Entdeckung neuer ergänzender Forschungswege verspricht. Auch hier steht Bacon in einem gewissen Gegensatz zu manchen neueren großen Philosophen, welche die Disposition des Tempels der Wissenschaften und deren Vereinheitlichung weit mehr deduktiv befehlen und weit strenger als Bacon durchgeführt wissen wollten. „Alle Einteilungen der Wissenschaften“, heißt es bei Bacon, „sind so zu verstehen und anzuwenden, daß sie die wissenschaftlichen Gebiete bezeichnen und unterscheiden, nicht etwa trennen und zerreißen; denn es kommt darauf an, daß die Auflösung des Zusammenhangs in den Wissenschaften überall vermieden werde. Das Gegenteil hiervon hat die einzelnen Wissenschaften unfruchtbar und leer gemacht und

in die Irre geführt, weil die gemeinsame Quelle und das gemeinsame Feuer sie dann nicht mehr ernährt, erhält und läutert¹⁶³."

Ein Beispiel für die Wirkung dieser vergleichenden und verbindenden Zusammenstellung der Wissenschaften bietet die Bemerkung Bacons, daß eine Literaturgeschichte und eine Kunstgeschichte fehle. „Wenn die Geschichte der Welt in diesem Teile versäumt wird,“ sagt Bacon, „so gleicht sie einer Bildsäule des Polyphem mit ausgerissenem Auge.“ Denn Literatur und Kunst zeigen uns, wie sich das Bild der Wirklichkeiten in den Geistern der verschiedenen Generationen der Menschheit gespiegelt hat, und das Wissen um diese Spiegelung ist für uns wichtig und ist ein Wissen von der Wirklichkeit selbst, wenn man das Ganze der Welt in breiterem und tieferem Sinne nimmt.

Wir werden uns bei der Betrachtung dieser „Enzyklopädie“ zu überzeugen haben, daß Bacons wissenschaftliches Interesse durchaus nicht einseitig an den Naturwissenschaften hing. Ethik und Politik interessieren ihn, und aus ihnen Wissenschaften im besten Sinne zu machen, war ebenso sehr sein Ideal wie das Studium der Natur. Seine Methodenlehre sollte allen diesen Aufgaben dienen. Daß es ihm dennoch nicht gelungen ist, die Architektur der Wissenschaften richtig zu begründen oder ihre Gesamtheit aus einem großen einheitlichen geistigen Ströme zu erzeugen, braucht kaum gesagt zu werden. Denn das ist bisher auch keinem anderen gelungen. Selbst das Kantische System, das es in dieser Angelegenheit am weitesten gebracht hat, ist immer noch im Vergleich mit der Wahrheit, die wir ahnen, unfertig und an vielen Punkten bestreitbar.

Über die Verteilung des Baconschen Interesses auf Natur- und Geisteswissenschaft belehrt uns folgender Satz: „Es ist nicht meine Meinung, wie es von Sokrates hieß, die Philosophie vom Himmel auf die Erde herabzuholen, d. h. die Naturwissenschaft beiseite zu setzen und alle Erkenntnis nur auf Ethik und Politik zu beschränken. Sondern da Himmel und Erde sich zum Nutzen und Wohle der Menschheit vereinigen . . ., sollte es auch das Ziel sein, aus beiden Philosophien alle eiteln Spekulationen, und was sonst darin inhaltlos und nichtig ist, auszuschneiden und zu entfernen, dagegen das Wesentliche und Fruchtbare zu bewahren und zu vermehren.“

Ehe wir nun in die gesonderte Betrachtung der einzelnen Glieder der Bacon'schen Wissenschaftsarchitektur und in die genaue Verfolgung ihrer Anordnung eintreten, wollen wir in einem summarischen Überblick einiges Bemerkenswerte hervorheben, um gleich von Anfang an ein möglichst lebendiges Gesamtbild zu erzeugen. Daher wollen wir auf seine Unterscheidungen zwischen Fundamentalphilosophie (*prima philosophia*), Metaphysik, Physik, Naturgeschichte und anderes der Art jetzt noch nicht näher eingehen. Eine hübsche Gegenüberstellung der Wissensgebiete jedoch, die Bacon im Gleichnis gibt, möchten wir dem Leser sogleich mitteilen: Der Mensch erkennt die natürlichen Dinge im direkten Licht, Gott erkennt er in gebrochenem Licht und des Menschen eigenes geistiges Wesen, die seelischen Angelegenheiten, erkennt er in reflektiertem Licht¹⁶⁴. Die Reflexion der Selbstbeobachtung erscheint also dem Bacon als ganz ungleichartig zu der Erkenntnis äußerer körperlicher Dinge. Die Erkenntnis der Körperwelt aber erscheint ihm als eine ungebrochene geistige Möglichkeit. In letzter Hinsicht rechnet ihn Heußler zu den sogenannten „Rationalisten“ (eine freilich fragwürdige Terminologie).

Wichtig ist, wie sich Bacon zum Problem der Naturzweckmäßigkeit gestellt hat. Er weist die Annahme von Naturzwecken schroff aus jeder methodisch-strengen Naturwissenschaft heraus; wir haben aber bereits gesehen, wie er sie an anderer Stelle in die Wissenschaft wieder hineinläßt. „Sobald die Endursachen in das physikalische Gebiet einfallen,“ sagt er, „entvölkern und verwüsten sie diese Provinz auf eine jammervolle Weise.“ Und: „Die Untersuchung der Endursachen ist unfruchtbar und gebiert nichts gleich einer Gott geweihten Jungfrau¹⁶⁵“. Statt dessen gestattet dann Bacon, daß die Endursachen in der Metaphysik in Betracht gezogen würden, so daß hier eine zweite Aufgabe für die Metaphysik vorbehalten bleibt, deren erste Hauptaufgabe, wie wir bereits gesehen haben, das Studium der Formen sein sollte. Es zeigt sich also, daß Bacon den Boden für die strengere Naturwissenschaft von der Betrachtung der Finalitäten frei und rein halten wollte. Da er aber zugleich genug offenen Blick hat, um die Tatsache der Finalitäten nicht ganz über Bord zu werfen, wird er zu fragwürdigen Schnitten und Trennungen des gesamten Gegenstandes der Erkenntnis (des Seins) hingeleitet. Sein

Monismus der Methode hat hier ein Ende und er entwirft demselben entgegen und ganz dogmatisch ein Bild der Topik alles Denkbaren. Ob er sich über diese Grenze seines Könnens klar gewesen ist? Ob er den Unterschied zwischen den Forderungen seines *Novum Organum* und dem, was er selbst gelegentlich als spekulativer Philosoph hinzustellen wagte, selbst sah? Man möchte es bezweifeln.

Mit mehr Bewußtheit von dem Dasein dieser tiefen Hilflosigkeit und dieser unheimlichen Untergründe, über die alle bisherige Methodik der Wissenschaften hinweggebaut ist, ging später Kant an die Aufgabe der Disposition der Wissenschaften. Aber auch Kant hat das Problem des Verhältnisses von Mechanismus und Finalität nicht gelöst. Auch bei Kant besteht die Lösung, die er bietet, ebenso wie bei Bacon, eigentlich nur in einem diplomatischen Kunstwerk des wissenschaftlichen Willens.

In der Betrachtung der Naturzwecke, wie sie von seiner Metaphysik geübt werden soll, findet Bacon eine gewisse Brücke zur Theologie. Die Metaphysik soll eine Aussicht in das Reich der göttlichen Geheimnisse bieten, die näher zu verfolgen alsdann Sache der natürlichen Theologie sei¹⁶⁶.

Wir erwähnen hier auch die kosmologischen Anschauungen, in denen eine gewisse Verbindung der Metaphysik mit der Theologie hervortritt und die wir in der Schrift „Über die Prinzipien und Ursprünge“ finden¹⁶⁷: Die Materie sei durch Gottes Willen aus Nichts erschaffen, auch sei der Schematismus der Dinge durch Gottes Willensakt geschaffen worden. Dieser Schematismus „sei der beste von denen gewesen, welche die Materie hätte annehmen können“. Für diese Sätze stützt sich Bacon ausschließlich auf Gottes Wort. Im letzten dieser Sätze antizipiert er Leibniz. Er erwägt sodann die Möglichkeit, ob die Materie, sich selbst überlassen, im Laufe der Zeiten auch ohne Gottes besonderes Eingreifen in den heutigen Ordnungszustand hätte kommen können und müssen. Er verwirft schließlich diese Frage wieder und meint, man dürfe sie vielleicht überhaupt nicht stellen. Denn wir hätten die Zusammenfassung dieser hypothetischen Entwicklungszeit in einen einzigen Zeitpunkt durch Gottes Schöpfungswillensakt als ein Wunder zu verehren.

Die Mathematik hat Bacon als einen Teil der Formenlehre und mithin als einen Teil seiner Metaphysik ange-

sehen. Figur und Zahl, mit denen sich die Mathematik beschäftigt, sind Quantitätsverhältnisse. Diese aber gehören, so lehrt er, zu den beständigen, entscheidendsten und abstraktesten Formen der Dinge. Diese Auffassung von der Mathematik erinnert am ehesten an Comte und ist von der Kantischen weit entfernt.

Hinsichtlich der Grundlagen der Psychologie hat Bacon nichts Wesentliches, Eigenes oder Neues zu bieten. Er benutzt die Aristotelisch-mittelalterlichen Anschauungen, um zu erklären, daß es eine niedere sinnliche Seele (*anima inferior vel sensibilis*) und eine höhere Seele gibt, die man Geist nennt. Der Geist ist göttlichen Ursprungs, und die Wissenschaft vermag hieran nichts zu erklären; sie möge sich an die Offenbarungen der Religion halten. Die niedere Seele aber ist stofflicher Natur; von der tierischen Seele unterscheidet sie sich dadurch, daß sie der Vernunft, also dem Geist, zu dienen bestimmt ist.

Die Grenze zwischen toter und tierisch-seelischer Natur wird in folgender Art zu klären versucht. Man unterscheide, so fordert er, zwischen *perceptio* und *sensus*. Unter dem Begriff der *perceptio* sollen wir etwas verstehen, das nicht nur den lebenden Wesen, sondern auch der toten Materie zukomme. Dadurch wäre eine schwache Brücke von der Wissenschaft des Menschen zur allgemeinen Wissenschaft der toten Natur hergestellt. Überall, wo Körper aufeinander wirken, z. B. sich anziehen oder abstoßen, chemisch oder mechanisch, sei *perceptio* im Spiel, jedoch ohne daß an eine Sinnesempfindung gedacht werden dürfe. Diese *perceptio* ist allgegenwärtig. Die wirkliche Empfindung und Wahrnehmung des menschlichen und tierischen *sensus* dagegen sei bei diesen Wesen auf bestimmte Grenzen eingeschränkt.

Bacon hat recht gute Bemerkungen zur Gedächtniskunst, zur Lehre von der Darstellung des Gedachten in Wortcharakteren und in graphischen und anderen Bildcharakteren gemacht und auch über Beredsamkeit manches beigebracht, was noch heute lesenswert ist. Er rühmt die Schulen der Jesuiten, und merkwürdigerweise rühmt er an ihnen auch die Erziehung in der Schauspielkunst (*actio theatralis*), welche dort so verwertet werde, daß dadurch eine Erziehung in äußerer Kultur (wie man heute sagen würde) zustande komme, an der es die gewöhnlichen Er-

zieher fehlen lassen. Die körperliche Beredsamkeit gelange dort zu ihrem Recht.

Wir gehen nunmehr daran, die Bacon'sche Klassifikation der Wissenschaften in ihrer genauen Ordnung zu entwickeln; ein etwas längeres Verweilen wird bei dem Probleme der Naturwissenschaft am Platze sein.

Es gibt drei Seelenkräfte: das Gedächtnis, die Phantasie und die Vernunft. Dem Gedächtnis entspricht das Gebiet der beschreibenden Wissenschaften (wie wir sie heute nennen würden), — Bacon sagt statt dessen: das Gebiet der Geschichte. Der Phantasie entspricht das Gebiet der Poesie; der Vernunft entspricht das Gebiet der Philosophie (oder wie wir es heute vielleicht nennen würden: das Gebiet der tieferen, erklärenden Wissenschaften). Sonderbar ist, daß die Poesie hier mitten zwischen den Wissenschaften erscheint; sie ist dabei von den übrigen Künsten losgerissen; wir treffen Malerei und Musik nachher an einer ganz anderen Stelle der Bacon'schen Einteilung¹⁶⁸.

Die Geschichte im weiteren Sinne (modern ausgedrückt: das Gebiet der beschreibenden Wissenschaften) zerfällt in Naturgeschichte und bürgerliche oder Menschengeschichte. Sowohl alle Arten der Geschichte als auch die Poesie haben es mit dem Individuellen zu tun; die Philosophie dagegen hat es mit dem Abstrakten und Allgemeinen zu tun; die Philosophie läßt das Individuelle auf sich beruhen und schließt es in abstrakte allgemeine Begriffe ein. Dieser Gegensatz kann jedoch von Bacon nicht in ganz strenger und überzeugender Weise durchgeführt werden; denn, wie wir gleich sehen werden, handelt es sich bei der Naturgeschichte doch auch oft um Klassifikationen, welche über das ganz Individuelle hinwegschreiten.

Die großen Einteilungen Bacons sind wohl bisweilen so entworfen, wie etwa ein Verwaltungsbeamter oder ein Jurist die Gegenstände, welche in seinen Bureaus zur Behandlung kommen können, nach äußerlichen und leicht greifbaren Unterschieden in Kategorien gruppieren würde. So heißt es bei Bacon von den Gebieten der Naturgeschichte, daß die hierher gehörigen Dinge 1. solche sind, die normalerweise in die Erscheinung treten, von der Natur selbst hervorgebracht (*historia generationum*), 2. Monstrositäten, welche abnormalerweise aus den Händen der Natur hervorgehen

(*historia pratergenerationum*) und 3. künstliche Dinge, welche nicht die Natur, sondern der Mensch entstehen läßt (*historia artium mechanica et experimentalis*).

Die Naturgeschichte der normalen Naturerscheinungen enthält die Geschichte der Himmelskörper, der Meteore, der Erde und des Meeres, der massiven und der regulären Bildungen der Materie.

Wir würden nun, wenn wir der Gedankenentwicklung des Bacon'schen Hauptwerkes nachgingen, von der bürgerlichen Geschichte und alsdann von der Poesie und alsdann erst von den tieferen philosophischen Wissenschaften zu sprechen haben. Unter diesen philosophischen Wissenschaften werden Physik und Metaphysik genannt werden. Wir ziehen es vor, hier sogleich, im Anschluß an die Erwähnung der beschreibenden Naturgeschichte, von diesen höheren, philosophischen Disziplinen der Naturerkenntnis (Physik und Metaphysik) zu reden.

Die Physik beschäftigt sich mit den *causae efficientes* in der Natur; die Metaphysik betrachtet die Form-Ursachen und die finalen Ursachen. Über die speziellere Gliederung der Physik sagt Bacon: „Wir teilen die Physik in drei Teile. Die Natur ist nämlich teils zur Einheit zusammengefaßt, teils in die Mannigfaltigkeit ergossen und zerstückelt. Zur Einheit wird sie entweder zusammenfaßbar wegen der gemeinsamen Prinzipien aller Dinge oder wegen der einheitlichen und ungeteilten Entstehung des Universums. Daher bringt die Einheit der Natur zwei Disziplinen der Physik hervor: die eine handelt von den Prinzipien der Dinge, die andere von der Werkstatt (*fabrica*) des Universums. . . Eine dritte Disziplin wird dagegen von der Natur handeln, sofern sie in die Mannigfaltigkeit ergossen oder zerstückelt (*sparsa sive fusa*) erscheint; sie wird die Verschiedenheiten der mannigfaltigen Dinge hervorheben. Es ergeben sich also, alles in allem, diese drei Disziplinen der Physik: Die Physik der Prinzipien, die des Weltaufbaus (*de mundo sive de fabrica rerum*) und die Physik der Vielfältigkeit und Zerstückelung. — Die Physik der Vielfältigkeit und Zerstückelung teilen wir wiederum in zwei Teile: in die Physik des Konkreten und in die des Abstrakten. Die erstere handelt von den Substanzen mit allen ihren mannigfachen Akzidenzien; die letztere handelt von den Akzidenzien, wie sie sich einheitlich durch alle Mannigfaltigkeit der Substanzen

Bacons Systematik der Wissenschaften

- A. Gedächtnis** (Beschreibende historische Wissenschaften)
- I. Naturgeschichte
 - 1. *Historia generationum* (Normale Erscheinungen)
 - 2. *Historia praetergenerationum* (Monstrositäten)
 - 3. *Historia artium mechanica et experimentalis* (Technik)
 - II. Menschheitsgeschichte
 - 1. Heilige Geschichte
 - Spez. Kirchengeschichte
 - Geschichte der Prophetien
 - Geschichte der Nemesis
 - 2. Eigentliche Geschichte
 - 3. Geschichte der Literaturen und Künste
- Anhang: Studium der Reden, Briefe und der Spruchweisheit

- B. Phantasie** (Poesie)
- erzählend
 - dramatisch
 - parabolisch

- C. Vernunft**
- Offenbarungs-Theologie
 - Einleitend: *Philosophia prima*: Zusammenfassend = allgemeine Sätze und Begriffe
 - I. Natürliche Theologie (*radio refracto*)
 - 1. Physik
 - Von den Prinzipien
 - Vom Aufbau des Kosmos
 - Von der Mannigfaltigkeit der Natur
 - Abstr. Physik
 - Schematismen der Materie
 - De apparatus et motibus*

- Philosophie oder systematische Wissenschaft
- II. Naturwissenschaft (*radio directo*)
 - 2. Metaphysik
 - Metaphysik der Formen
 - Metaphysik der Naturzwecke
- Anhang: Mathematik

- III. Wissenschaft vom Menschen (*radio reflexo*)
- 1. *Philosophia humanitatis* (Vom Menschen an sich, d. h.: vom Einzelnen)
 - a) Leib und Seele zusammen = Leiden und Überlegenheiten des Menschen an sich
 - b) Verbindungen zwischen Leib und Seele
 - Indikationen
 - Impressionen
 - c) Der Körper
 - Medizin
 - Kosmetik
 - Athletik
 - Genußlehre
 - d) Die Seele
 - Doctrina de facultatibus*

2. *Scientia civilis*
 - Gesell. Umgang
 - Geschäftsverkehr usw.
 - Staatskunst

Doctrina de usu et objectis facultatum

- Logik
- 1. *ars inquisitionis seu inventionis*
 - a) Erfindung von Künsten und Wissenschaften
 - (α) *experientia literata*, ohne axiomatische Einsicht
 - (β) *interpretatio naturae* = Induktion mit axiomatischer Einsicht
 - b) Topik: Auffinden brauchbarer Gesichtspunkte für Reden (aus dem Gedächtnis)
 - 2. *ars examinis seu iudicii*
 - a) Induktion — wie bei 1 a, β , hier jedoch betrachtet, sofern sie Gewißheit bringt
 - b) Deduktion
 - c) *Doctrina de clenchis* (Hierher gehört die Idolenlehre Bacons)
 - 3. *ars custodiae seu memoriae*
 - a) Vom Organ der Rede
 - b) Von den Methoden der Rede
 - c) Vom Schmuck der Rede (Farben des Guten und Bösen)
 - 4. *ars elocutionis seu traditionis*
 - Anhänge: Kritik u. Pädagogik
- Ethik
- 1. Wissenschaft vom relativen Guten, da das absolute Gute der Religion überlassen bleibt
 - 2. *Georgica animi*

hindurch darstellen. — Die konkrete Physik unterliegt der gleichen Einteilung wie die Naturgeschichte; die abstrakte Physik können wir am besten in zwei Teile einteilen: in die Lehre von den Schematismen der Materie und in die Lehre von den Zurüstungen und Bewegungen (*de apparatus et motibus*)¹⁶⁹.“ Man wird diesen Einteilungsversuch kaum anders beurteilen können denn als ein bloßes Fächerwerk, das zwar über manches Wünschenswerte in den Gegenständen und Zielen der Wissenschaften Auskunft gibt, aber kaum eine praktische Bedeutung für die wirkliche ernste, wissenschaftliche Forschung hat. Denn diese müßte das Fächerwerk fortwährend durchbrechen; ihre tieferen Impulse kommen bei diesem Einteilungsversuch nicht zu Wort.

Nicht ganz so ungünstig dürfen wir den Gegensatz beurteilen, den Bacon zwischen Physik und Metaphysik statuierte. Zwar sofern die Metaphysik die Formen der Natur und die Physik die wirkenden Ursachen studieren soll, ist die Berechtigung dieses Gegensatzes immer ein dunkler und umstrittener Punkt geblieben; aber es scheint immerhin noch heute lohnend, über dies Problem zu disputieren. Sofern die Metaphysik die Natur zwecke studieren soll, hat die Abtrennung eines solchen Studiums von dem der Physik bis auf den heutigen Tag eine fast allgemeine Anerkennung gefunden. Wir erinnerten in dieser Hinsicht bereits an Kant.

Wir wenden uns nun zunächst einigen spezielleren Problemen der Baconschen Physik zu.

Die Auffassungen Bacons von der Materie sind in seinen früheren Schriften andere als in den späteren. In den früheren Schriften ist Bacon ein ausgesprochener Anhänger der Atomistik; in den späteren Schriften schränkt er seine Zustimmung zur Atomistik ein¹⁷⁰.

Es gibt hinsichtlich der Atomistik in den früheren Schriften drei bis vier Probleme, die Bacon interessieren. Er geht z. B. der Frage nach, wie klein wohl das Atom zu denken sei. Sicherlich gehe die physische Teilbarkeit der Körper sehr, sehr weit; aber es mag immerhin eine Grenze geben, an der sie aufhört. An dieser Grenze haben wir von Atomen zu sprechen. Ein kleiner Zusatz von Safran verbreitet in einem sehr großen Gefäß voll Wasser eine gelbliche Färbung. Dies läßt uns die überaus feine Verteilbarkeit der Materie ahnen. In noch wunderbarer Weise erkenne man die Teilbarkeit des Materiellen an der Verbreitung der Ge-

rüche. Man dürfe hierbei nicht auf die Hypothese verfallen, daß sich die Gerüche ohne Mitteilung der eigentlichen Substanz verbreiten könnten, was man ja beim Lichte und bei der Wärme und der Kälte annehmen dürfe. Denn die Gerüche haften an festen Körpern, wie Holz und Metall, können aber andererseits auch wieder durch Waschen von dort entfernt werden. Da nun die Gerüche sich nicht in unendliche Räume hin ausdehnen und verteilen, so wäre es unverständlich, die Teilbarkeit der Materie ins Unendliche hin zu behaupten. Diese Erwägung scheint der greifbare Anlaß für jene eindrucksvollen Worte im *Novum Organum* gewesen zu sein, daß man die Atome an der bestimmten Stelle und in demjenigen Grade von Kleinheit annehmen möge, wie es uns die wirkliche Erfahrung jeweilig nahelegt.

Weiterhin beschäftigt ihn das Problem des leeren Raumes. Nun wurde dies Problem von alters her in die Fragen zerlegt: 1. nach einem außerweltlichen leeren Raum, 2. einem innerweltlichen leeren Raum von größerer Ausdehnung (*vacuum coacervatum*) und 3. einer Porosität der Materie (*vacuum commixtum*). Bacon schließt sich der Ansicht des Heron (um 100 v. Chr.) an, der einen angehäuften leeren Raum leugnete, einen untermischten (*vacuum commixtum*) aber zuließ. Der *horror vacui* (im großen) sei eine zu offensichtliche Tatsache. Lieber verleugneten die Körper ihre eigene Natur, so daß sich sogar die schweren nach oben bewegten, als daß sie eine vollständige Abreißung vom Zusammenhange aller Körper duldeten. Andererseits aber, was das *vacuum commixtum* betrifft, sei die Fähigkeit der Körper, sich auszudehnen und sich zusammenzuziehen, ohne die Annahme einer solchen Porosität wohl nicht erklärlich. Darin aber sei Heron zu weit gegangen, daß er auch einen außerweltlichen leeren Raum leugnete. Ein solcher könnte sich sehr wohl in den Regionen des Äthers, wo die Ausdehnungen der Körper viel bedeutender sind, finden. Hierin wäre also Heron dem berühmten Philosophen Demokrit nachzustellen.

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Atome gebe es zwei Hauptansichten: die einen hielten sie untereinander für qualitativ verschieden, die andern hielten sie für untereinander gleich beschaffen. Demokrit vertrat die erstere Ansicht, Pythagoras wahrscheinlich die letztere, — meint Bacon. Daher sei es für die Pythagoräer wichtig geworden,

alles auf die Zahlen zurückzuführen, während die Demokritische Schule die ursprünglich verschiedene Beschaffenheit der Atome als Erklärungsprinzip benutzen konnte. Bacon blickt hier nun sofort auf die Konsequenzen dieser beiden Lehren hin, die sich für die Verwandelbarkeit der Substanzen ineinander ergeben könnten. Da sein Herz an der Frage der Metallverwandlung und andern Hoffnungen der Magie hängt, zieht er die Annahme der Gleichartigkeit der Atome vor. Jedoch sieht er sich bei der Betrachtung der Erscheinungen in dieser Frage des Für und Wider ein wenig hin und her gezogen.

In der Schrift über Parmenides, Telesius und Demokrit entscheidet er sich, die Atome weder als fest, noch als flüchtig, noch als feurig, noch als ätherisch anzusehen. Ebenso wenig komme ihnen an sich Leichtigkeit oder Schwere, Härte oder Weichheit, Dichte oder Lockerkeit zu.

Von der entschiedenen Vorliebe für eine atomistische Naturauffassung, die in jenen älteren Schriften hervortritt, hat Bacon später beträchtliche Abzüge gemacht, so daß man in dieser Frage den Eindruck einer gewissen Entwicklung und Wandlung seiner Ansichten gewinnen kann. Zwar erkennt er auch später immer noch gewisse Vorzüge der atomistischen Denkweise an; so sagt er im *Novum Organum*¹⁷¹: „Es ist besser, die Natur zu zerschneiden, als von ihr Abstrakta zu bilden. Dies tat die Schule des Demokrit, die deshalb tiefer als die andern in die Natur eindrang.“ Aber dergleichen Wendungen haben jetzt entweder den Tonfall einer gewissen Relativität des gepriesenen Vorzugs oder man muß annehmen, daß sie aus Entwürfen älterer Zeit stehen geblieben sind. Ganz anders klingt nämlich Bacons Äußerung in „*De Dignitate*“¹⁷²: „Wenn Demokrit und Epikur sich darauf beschränken, ihre Atome anzupreisen, so wird man sie reden lassen und tiefere Geister werden dies gelten lassen; aber wenn sie sich unterfangen, den Aufbau des Universums allein durch den Zusammentritt der Atome zu erklären, ohne daß ein Geist daran den geringsten Anteil hätte, so wird man sie mit allgemeinem Gelächter empfangen.“ Deutlich die Rechte der Parteien gegeneinander ausgleichend, urteilt das *Novum Organum* in folgenden Worten¹⁷³: „Die Schule des Leukipp und Demokrit verweilt so viel bei dem Einzelnen der Dinge, daß sie die gemeinsame Wirksamkeit unbeachtet läßt; die übrigen

Schulen aber betrachten dies Zusammenwirken mit solchem Erstaunen, daß sie zur Einfachheit der Natur nicht hindurchdringen. Deshalb muß man mit beiden Betrachtungsweisen wechseln und eine neben der andern gebrauchen."

Nicht ohne tiefen Sinn also geschah es, daß Bacon vom Atomismus sich zu spekulativeren, mehr wahrhaft philosophischen Gedankenwegen zurückwendete. Hierbei war ihm nun das Aristotelische Prinzip der Form wertvoll. In ihm hoffte er die an der Materie sich entfaltenden Wirkungen begrifflich zu fixieren und sie, soweit das möglich ist, zu erklären. Eine klare Verbindung der beiden Betrachtungsarten, die er miteinander wechseln lassen will, ist ihm allerdings nicht gelungen. Wir haben bereits gesehen, daß der Begriff der Bacon'schen Form in sich vieldeutig ist und wir heben nochmals hervor, daß die Bacon'sche Lehre vom Schematismus der Materie eben dadurch einige Unklarheit und Unfolgerichtigkeit behält, daß man nie recht weiß, bis zu welchem Grade Bacon's Formen sich prinzipiell auf Schematismen reduzieren lassen könnten.

Laßwitz urteilt: Der Weg von den sinnlich gegebenen Wirkungen der Stoffe zur Erkenntnis der Formen führt durch die Erforschung des *latens processus* und des *latens schematismus* hindurch. Dies aber seien die Tatsachen der korpuskularen Gestaltung und der korpuskularen Mechanik. — Ich gebe dies für die Praxis und für die uns heute naheliegende theoretische Gesamtanschauung zu; aber ich bezweifle, daß Bacon diese, von einigen Auslegern durchgezogene, vereinheitlichende Linie selbst so gesehen hat. Er selbst spricht in dieser Richtung nie mit der deutlichen Entschiedenheit, die man erwarten müßte. Es ist beinahe, als ob er um diese naheliegende Konsequenz herumgehen wollte und im Wesen der Welt noch Raum für tiefere Dinge und Wirksamkeiten lassen möchte. Ich glaube, daß Bacon an gewissen Punkten den metaphysischen Dogmatismus scheut und deshalb auch hier eine gewisse Zurückhaltung geübt hat. Allerdings hat Bacon sein Verhalten an dieser Stelle nicht als einen bewußten Kritizismus formuliert.

Im Zusammenhange mit den späteren, reicherem und tieferen Naturansichten Bacon's finden wir nun auch seine speziellen atomistischen Vorstellungen im *Novum Organum* gegenüber seinen früheren Schriften ein wenig verändert. Er ist jetzt hinsichtlich des Problems des *vacuum* wieder

unentschiedener; einmal bezeichnet er die Annahme eines solchen als falsch; ein andermal läßt er die Frage offen¹⁷⁴. Auf jeden Fall erkennt er die früheren Beweisgründe in dieser Frage nicht mehr an; denn er hat sich inzwischen entschlossen, die Urmaterie als fluid und dehnbar anzusehen. Die Urmaterie könne sich innerhalb bestimmter Grenzen zusammenziehen und wieder entfalten, ohne daß dazu eine Porosität angenommen zu werden brauchte¹⁷⁵. Um so charakteristischer wird jetzt für seinen konkreten Empirismus die Anweisung: man möge den unteilbaren Einheiten der Materie da nachforschen, wo man sie zu suchen plausiblen Anlaß hat.

In derselben Art empfiehlt er auch die Reduktion der Erscheinungen aufs Quantitative, Mathematische¹⁷⁶. Diese Empfehlung ist nur sehr relativ gemeint. Man gehe quantitativ und mathematisch vor, scheint er sagen zu wollen, sooft man es vermag. Wie sehr er im Glauben ans Qualitative verharrte, auch wo er zur sinnlichen Auseinanderlegung und Messung hinstrebte, sieht man an dem interessanten Aphorismus über die *instantiae citantes*, d. h. über diejenigen Induktionshilfen, die auf sinnliche Sichtbarmachung des Verborgenen abzielen, — sei es, daß solche Sichtbarmachung direkt gelingt oder daß man sich mit symptomatischer Vergegenwärtigung desselben (beispielsweise durch Gewichtsmessungen) begnügen muß. Bacon ahnte nicht, wie erfolgreich sich dieser Weg erweisen sollte und welche Rolle die Messungen und die Mathematik für die von ihm selbst erstrebten Zwecke bereits zu spielen angefangen hatten. Von seiner Seite waren derartige Hinweise nur leicht hingeworfene gelegentliche Einfälle oder Zugeständnisse.

In dem Aphorismus über die *instantiae citantes* kommt nämlich Bacon auf die Lehre von den *spiritus* zu sprechen, die er mit Descartes und Newton teilte. Wie Bacon diesen wichtigen Teil seiner Naturlehre verstand, wollen wir uns nun vergegenwärtigen. Es heißt bei ihm an der angegebenen Stelle: „Man nehme zum Beispiel als die zu untersuchende Eigenschaft die Wirksamkeit und Bewegung eines *spiritus*, der in den berührbaren Körpern eingeschlossen ist. Denn alles Berührbare enthält nach unserer Meinung einen unsichtbaren und unberührbaren *spiritus*, den es umgibt und dessen Kleid es gleichsam ist. Von hier geht jene mächtige dreifache Quelle und jener wunderbare Prozeß des

spiritus im berührbaren Körper aus. Wird nämlich der *spiritus* aus dem fühlbaren Gegenstande herausgelassen, so zieht sich der Körper zusammen und wird trocken; wird er darin festgehalten, so macht er die Körper weich und flüssig; geschieht weder das eine noch das andere, so beginnt er zu bilden; er bringt Glieder hervor, er assimiliert, er scheidet aus, er organisiert usf. Dies alles wird durch sichtbare Wirkungen versinnlicht. Denn der in jedem leblosen, berührbaren Körper eingeschlossene *spiritus* vervielfältigt sich zunächst und weidet gleichsam diejenigen berührbaren Teile ab, welche hierzu am geeignetsten und am besten vorbereitet sind; er verzehrt sie und verarbeitet sie und verwandelt sie in *spiritus* und dann fliegen sie vereint heraus. Und diese Verarbeitung und Vervielfältigung des *spiritus* wird durch die Verminderung des Gewichts sinnlich wahrnehmbar gemacht. Denn bei allem Vertrocknen fließt etwas vom Quantum ab, und zwar nicht bloß von dem *spiritus*, der schon vorher vorhanden war, sondern auch von dem Körper, der vorher berührbar war und neuerdings verwandelt worden ist; denn ein *spiritus* selbst hat kein Gewicht... Wo aber, im Gegensatz hierzu, der *spiritus* festgehalten wird und dennoch ausgedehnt und gereizt wird durch Feuer oder Analoga des Feuers (dies geschieht mehr bei festen und starren Körpern), da werden die Körper erweicht, wie glühendes Eisen; sie geraten in flüssigen Zustand... Wo aber der *spiritus* weder gänzlich festgehalten, noch gänzlich ausgetrieben wird, vielmehr innerhalb seines Verschlusses seine Versuche und Bemühungen anstellt..., da erfolgt die Ausbildung organischer Körper und es ergeben sich die übrigen Lebensäußerungen, sowohl die pflanzlichen als auch die tierischen."

Wenn man dies liest, wird man Laßwitz darin recht geben, daß Bacon keine konsequent-mechanistische Naturansicht gehabt hat. Was Bacon über die Atome und den Schematismus sagt, war ihm also wohl nichts dogmatisch Letztes, nichts letzthin Wesentliches für die Natur.

Es ist der Mühe wert, noch etwas bei den *spiritus* zu verweilen.

Die *spiritus* des Bacon sind eine verfeinerte Art Materie. Sie werden als feine unsichtbare und ungreifbare Körper geschildert. Sie müssen die leeren Räume zwischen den kleinsten Bestandteilen der festen Körper ausfüllen. Diese

spiritus heißen auch „Effluvien“, sobald man sie sich als gasartige Ausströmungen denkt. Bacon nennt sie gelegentlich auch *corpora non tangibilia sive pneumatica*. Es gebe ihrer dreierlei Arten: die *pneumatica inchoata*, die *devincta*, die *pura*. Zu den ersteren gehören die *fumi*, die wieder in verschiedene Abteilungen zerfallen¹⁷⁷. Die *pneumatica devincta* kommen nicht für sich allein vor, sondern nur als eingeschlossen in andere greifbare Körper. Am ehesten kann man sich von ihnen eine Vorstellung machen, wenn man sie mit den Ausdünstungen vergleicht, die vom Weine oder vom Salze aufsteigen. Unter ihnen gibt es *spiritus crudi*, die sich bei allen Körpern finden; es gibt aber auch *spiritus vivi*, die nur bei den belebten anzutreffen sind. Die dritte Klasse der *pneumatica*, die *pneumatica pura* sind nur in der Luft und in der Flamme enthalten.

Keinen Körper gibt es, in dem nicht irgendeiner jener eingefesselten *spiritus* (*spiritus devincti*) enthalten wäre. Fast alles physikalische und organische Geschehen der Natur wird nun von Bacon auf diese *spiritus* zurückgeführt. Wenn sie aus einem materiellen Körper entweichen, so wird derselbe, wie wir oben gesehen haben, dichter und härter. Er wird auch spröder, denn wegen des Mangels an jenen *spiritus* können die Partikeln des Körpers keine beträchtlichen Ausdehnungs- und Ausweichungsbewegungen mehr machen. Bei der Erwärmung brauchen die *spiritus* den Körper nicht zu verlassen; sie können sich dann selber mit ausdehnen und bewirken auf diese Art die Schmelzung einer festen Substanz.

Die *spiritus* bewirken sowohl die Zeugung als die Fäulnis. Sehr seltsame Äußerungen über die biologischen Wirkungen der *spiritus* finden sich in der „*Historia Vitae et Mortis*“. Wir geben sie verkürzt folgendermaßen wieder:

„Der *spiritus vitalis* ist das eigentliche Lebensprinzip. Könnte man dem Körper eines Greises wieder den *spiritus* eines Jünglings einhauchen, der Prozeß des Lebens würde von neuem beginnen; denn der *spiritus* ist das Rad, welches alle Räder des Organismus in Bewegung setzt. Vor allem aber muß der *spiritus* der Substanz nach dicht sein, von beständiger, aber nicht heftiger Wärme, nicht übersprudelnd und anschwellend, sondern von gemäßiger Bewegung, damit er die Säfte des Körpers nicht ausschürfe, sondern nur daran nippe. Ein langes Leben und Gesundheit erlangt

man dadurch, daß man die *spiritus* in diesem angemessenen Zustande erhält. Die Verdichtung der *spiritus* wird auf verschiedene Weise bewirkt, z. B. durch Opium, und ein gemäßigter und regelmäßiger Genuß von Opium ist daher höchst zuträglich. Die zu heftige Bewegung der *spiritus* wird gebändigt durch den Schlaf, dann aber auch durch Vermeidung von schwerer und sehr ermüdender Arbeit und von angreifenden Affekten. An der Ruhe und Fröhlichkeit des Geistes merken wir, daß die *spiritus* im ruhigen und gesunden Zustande sind, an unserer Traurigkeit und Unlust, daß sie sich schlecht befinden¹⁷⁸."

Vieles, was man heute zum Aberglauben rechnet, hält Bacon auf Grund von Wirkungen von *spiritus* für natürlich-erklärlich. Daher können nicht bloß die Kometen und Meteore, sondern auch Überschwemmungen, Trockenheit, Hitze, Kälte, Pest und dergleichen vorausgesagt werden, ja, was mehr ist: auch Krieg, Revolution, Völkerwanderung und große Staatsbewegungen können vorhergesehen werden, und zwar aus der Beobachtung der himmlischen Erscheinungen, da ja diese zunächst einen direkten Einfluß auf die menschlichen Geister haben müssen. So regt zum Beispiel der Mond die Bewegung der *spiritus* auf, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die Kinder, die zur Zeit des Vollmondes geboren werden, größer und kräftiger sind als die bei abnehmendem Mond geborenen¹⁷⁹; ähnlich verhält es sich in bezug auf die Empfängnis. Die Edelsteine haben die Macht, den Geist zu erheitern; denn sie selbst enthalten, wie schon ihr Glanz zeigt, zarte *spiritus*.

Es würde manches an diesen Bacon'schen Anschauungen verständlicher als sonst sein, wenn man annehmen dürfte, daß ihm vieles Sinnliche, Berührbare, Wägbare an den festen, sichtbaren Körpern der Natur als eine Art von Veräußerlichung und Verhärtung, als eine Art von Kruste oder Schale ihres Lebens erschienen ist. Und wer weiß, ob es Bacon nicht wirklich so empfunden hat. All das mechanische Geschehen um uns herum, das sich uns so stark aufdrängt, ist ihm wichtig und des Studiums wert. Aber er vermochte nicht zu glauben, daß sich das Geheimnis der Natur in diesem Mechanismus erschöpfe. Wahrscheinlich glaubte er an die Möglichkeit einer begrifflich-induktiven Enträtselung der *spiritus* und ihrer Lebens- und Arbeitswelt, wenn diese verborgene Welt durch ihr Gegenspiel an den Fesseln und

Zwängen, die er der Natur anzulegen gedachte, sich enthüllen ließe.

Wie Bacon die Anwendung der Mathematik auf die Natur in ihren bedeutenderen Möglichkeiten durchaus verschlossen blieb, so hatte er auch Unglück mit seiner Lehre von der Bewegung. Er besaß wohl die Einsicht, die Wichtigkeit der Bewegung hervorzuheben und ihr Studium zu empfehlen. Aber er dachte sich dies Studium nach Art der begrifflichen Klassifikationen, und ihm entging die Erkenntnis, daß die Bewegung, vor allem die rein physikalische Bewegung, ihre wesentlichen Eigenschaften oder Momente in der Geschwindigkeit, in der Beschleunigung und in der räumlichen Richtung hat. Bacon unterscheidet auf völlig andere Art, klassifikatorisch, neunzehn Arten der Bewegung. Wir wollen einige von ihnen aufzählen¹⁸⁰.

Die erste Art der Bewegung ist der *motus antitypiae materiae*¹⁸¹. Dieser Ausdruck soll die Kraft der Undurchdringlichkeit bezeichnen. Dabei ist zu beachten, daß Bacon unter Bewegung nicht bloß die phoronomisch-faktische Bewegung, sondern auch den inneren Trieb eines Körpers zur Bewegung, ja auch schon den bloßen Widerstand gegen eine von außen her zugemutete Bewegung versteht. Eine derartig weite Fassung des Bewegungsbegriffes war in jener Zeit sehr verbreitet und stammte aus der Scholastik. Die zweite Bewegungsart Bacons ist der *motus nexus*, d. h. der *horror vacui*, und was aus ihm folgt. Die dritte Art der Bewegung soll die Elastizität sein: *motus libertatis*; die vierte Art ist die Stoßbewegung, sofern sie den gestoßenen Körper deformiert, von Bacon *motus hyles* genannt. So geht es fort. Die neunte Art ist die magnetische Bewegung. Die fünfzehnte Bewegungsart ist die Fortleitung von Licht, Ton und anderen Erregungszuständen durch ein Medium. Die sechzehnte Bewegungsart soll auf der Herrschaft eines Teiles über andere Teile beruhen, wofür sich am leichtesten Beispiele aus dem Leben der Organismen darbieten lassen. Die achtzehnte Bewegungsart ist die des Zitterns. Die neunzehnte Bewegungsart soll das Widerstreben gegen jedes Bewegtwerden sein, wie es z. B. der Erdball besitze, und diese Trägheit wird — für andere und allgemeinere Fälle — auch so erläutert, daß einmal in Bewegung geratene Körper von hinreichend verdichtetem Stoff wieder zur Ruhe zu kommen suchen.

Derartige Partien bei Bacon haben für uns Heutige etwas Enttäuschendes¹⁸².

Indem wir nun diese Gebiete von Spezialfragen der Bacon'schen Physik verlassen und zu dem Problem seiner Metaphysik der Formen überzugehen gedenken, müssen wir zunächst noch einmal an die Unterscheidung der vier Bacon'schen Ursachenarten anknüpfen. Es ist dies ein Gebiet, das etwa in der Mitte zwischen Erkenntnistheorie und Naturphilosophie liegt, wenn man es mit den Augen unserer Zeit betrachtet. Wie wir bereits gesagt haben, begründet Bacon den Unterschied zwischen der Physik und der Metaphysik durch den Gegensatz der *causa efficiens* und der *causa formalis*. Zu diesem bereits früher besprochenen Problem wollen wir an dieser Stelle ein paar Nachträge bringen.

Wir beginnen mit der Frage, in welchem Verhältnis die Formen zu den Naturen stehen. Liegt nicht in der Gegenüberstellung der beiden Begriffe „Form“ und „Natur“ etwas wie eine Verdoppelung des Seienden? Oder ist „Natur“ nur die verworren, inadäquat angeschaute „Form“? Aber wie kann dann die „Form“ die Ursache der „Natur“ genannt werden? Dies Ursachenverhältnis wäre dann höchstens ein solches, das die Organe der menschlichen Sinnlichkeit angeht. Würden wir uns mit dieser Auslegung bescheiden, so würde der Begriff des Ursachenverhältnisses zwischen Form und Natur da, wo nicht Menschen ins Spiel kommen, sondern die übrige kosmische Natur mit sich allein ist, keine Stelle haben. Dann aber wäre doch die metaphysische Dignität eines solchen Ursachenbegriffes eine recht geringe. Wir würden zwar immer noch die Formen als entscheidende Typen im Seienden sehr hoch halten können, aber es hätte dann nicht mehr viel Zweck, sie Form-Ursachen zu nennen.

Der Ausdruck Form-Ursachen (*causae formales*) kann aber auch anders verstanden werden, nämlich so, daß man dabei an die Prozesse denkt, in denen sich die Wesenheiten der Natur entfalten, oder an die Gesetze, nach denen diese Prozesse verlaufen. Dann läge das Ursachenverhältnis nicht darin, daß es von der Form zu etwas anderem hinleitete, das außerhalb dieser Form wäre, sondern das Ursachenverhältnis läge innerhalb der sich im Prozesse entwickelnden Form. Form wäre soviel als Wirkungsweise, und es käme innerhalb dieses Wirkens vielleicht gar nicht einmal weiter

darauf an, die Ursachen von den Wirkungen abzutrennen oder zu unterscheiden. Bacon sagt mitunter *causae formales*, wo er ebensogut *formae* sagen könnte, und diese Variante des Ausdrucks beruht dann vielleicht nur auf der psychologisch-assoziativen Phantasiebetonung des Umstandes, daß es sich bei den Formen nicht um Starres, sondern um Sich-Entwickelndes, um Prozessierendes, handelt.

Dies alles würde jedoch die Schwierigkeiten nicht beheben und noch nicht einmal berühren, die wir soeben für das Verhältnis der Formenlehre zur gewöhnlichen Physik der *causae efficientes* feststellten. Denn da die abstrakte Physik die *latentes schematismi* und die *latentes processus* uns kennen lehrt, so bleibt es dunkel, in welcher Art sich die Prozesse der metaphysischen Formen von den *latentes processus* der Physik prinzipiell unterscheiden. Genug, sie sollen nach Bacon unterschieden sein.

Würden wir Bacon in moderner Art ergänzen wollen, so müßten wir uns sagen: An die metaphysischen Formen kommt man nur auf dem Wege des physischen Handelns und Verstehens heran. Wir können keine metaphysischen Ursachen (keine Formen) in Bewegung setzen außer durch die Herbeischaffung physischer Ursachen, welche letztere Bacon so sehr geringschätzt. Gerade hierin verstehen wir Modernen Bacon am wenigsten und können ihn nicht verstehen.

Wir würden ihn besser verstehen, wenn dieser Unterschied der beiden Arten von Ursachen nur ein solcher des Grades oder Gewichtes, d. h. des Mehr und Weniger in einem organisch-architektonischen Gesamtbilde der Natur sein sollte. In solcher Art unterscheiden sich populär z. B. die beiden deutschen Worte Ursache und Anlaß. Aber so scheint es Bacon nicht gemeint zu haben. Er geht nicht ernstlich auf die Frage ein, wie man die Formen durch die *causae efficientes* in Bewegung zu bringen habe. Er scheidet seine beiden Marschrouten, des physikalischen Goldsuchens und des magisch-metaphysischen Goldsuchens, so, als ob es sich hier um ein Entweder-Oder handelte und als ob der, der die Metaphysik besäße, sich um die Physik nicht weiter zu kümmern brauchte¹⁸³.

Nach dieser Feststellung der unlösbaren Schwierigkeiten kann es nun noch als interessant und lohnend betrachtet werden, die spezielle Rolle, die Bacon der *causa efficiens*

gegeben hat, schärfer ins Auge zu fassen. Die *causa efficiens* und *causa materialis* werden gewöhnlich von Bacon nicht ernstlich voneinander unterschieden; doch ist es wohl auch nicht unmöglich, sie irgendwie zu unterscheiden, wenn es darauf irgendwie ankommen könnte.

Die *causa materialis* oder *efficientes* hat es mit den Substanzen zu tun. Substanz bedeutet einen Komplex von Naturen. Wesentlich nur hinter den einzelnen Naturen stehen die Formen. Wie aber die Naturen sich zu Substanzen zusammenfinden, das ist Bacon ziemlich gleichgültig, und hier läßt er die *causae materiales* oder *efficientes* ihr Spiel treiben. Wegen der Zufälligkeit des Sich-Zusammenfindens der Naturen in den Substanzen nennt Bacon die *causae efficientes et materiales* auch *causae fluxae*¹⁸⁴. Etwas zu energisch, aber vielleicht nicht ganz falsch, faßt Walter Schmidt¹⁸⁵ den Sinn der *causa efficiens* in die Worte zusammen: Es sei „die *causa efficiens* nichts als die Art der Zusammensetzung der jedesmaligen Substanz, an der eine *natura* vorkommt“. Daher werde, sagt Schmidt, auch leicht einmal von Bacon¹⁸⁶ das einfache *materia* der *causa materialis* oder *efficientes* gleichgesetzt. Bei dieser Auslegung Bacons läßt sich nun in der Tat einigermaßen begreifen, wie Bacon sich verleiten lassen konnte, die Forschung nach den *causae materiales sive efficientes* so sehr beiseite zu setzen, anstatt — was wir heute lieber sehen würden — sie mit der Forschung nach den Formen organisch zu verbinden.

Etwas anders, jedoch nicht unvereinbar mit dem soeben Gesagten, wird die Rolle der *causae materiales et efficientes* bei Laßwitz ausgedrückt. Er meint: Die in den Formen liegenden konstanten und gesetzlichen Wirkungsweisen treten oft in recht ungleicher Weise in den Erscheinungen zutage. Das Feuer z. B. muß einem einheitlichen Formgesetz gehorchen; trotzdem finden wir, daß es den Schlamm zu Ziegelsteinen erhärtet, und daß es das Wachs erweicht. Dies ist der Grund, weshalb neben den *causae formales* noch *causae efficientes* oder *materiales* anzunehmen sind; sie haben einen sekundären Charakter.

Aber soviel Mühe man sich auch geben mag, die *causae materiales* und *efficientes* in ihrer niederen Eigenart zu begreifen, und so gern man auch die Möglichkeit einer tieferen Betrachtungsweise einräumen möchte, welche sich

an den Namen der *causae formales* knüpft, so bleibt die Kluft, die Bacon zwischen diesen beiden Betrachtungsweisen vorsieht, doch immer für einen modernen Menschen in eine große Dunkelheit gehüllt. Auch sind die Bacon'schen Worte über dies Verhältnis oftmals etwas schillernd und mehrdeutig, wenn nicht gar widersprechend. Wenn Bacon zum Beispiel sagt, die *causa efficiens* sei ein *vehiculum sive deferens formae*, so möchte der moderne Leser wohl damit zufrieden sein können und sich nun einen kontinuierlichen Erkenntnisprozeß vorstellen, der vom Sinnlichen durch das Studium der *causae efficientes* hindurch zu den Formen hinführt. Einen solchen Deutungs- oder Umdeutungs- oder Ergänzungsversuch der Bacon'schen Lehre haben der Engländer Ellis¹⁸⁷ und der Deutsche Walter Schmidt¹⁸⁸ und wohl noch zahlreiche andere gemacht. Aber man muß bezweifeln, daß sie damit Bacon's ganze Meinung richtig treffen. Viel wahrscheinlicher ist es, daß Bacon die Forschung der Physik und die der Metaphysik der Formen in ganz ähnlicher Weise getrennt halten wollte, wie die Zweckursachen auch von uns heute noch von den Ursachen im engeren Sinne getrennt gehalten werden.

Es bleibt zum Schluß dieser Ausführungen über die Physik und die Formenlehre uns nur noch übrig, zwei kleinere Bemerkungen zur Formenlehre nachzutragen. „Formen“ gibt es für Bacon zwar vor allem für die einfachen Naturen; gelegentlich aber spricht er auch von Formen für die Substanzen oder Komposita. So könnte man von der Form des Löwen, von der Form der Eiche sprechen. Diese letzteren sollen auch *formae copulatae* genannt werden dürfen. — Es gibt ein noch höheres Prinzip als das der Formen, einen Begriff also, der dem wahren Wesen der Dinge noch näher steht und noch allgemeinerer Natur ist; er soll *genus verum* heißen, *genus verum, cuius limitatio forma est*. Gleichbedeutend mit diesem Begriff ist der Begriff: „*primae (partes) essentiae*“¹⁸⁹.

Der Physik und der Metaphysik der Formen werden zwei korrespondierende angewandte Wissenschaften von Bacon zur Seite gestellt: dies sind die Mechanik, als praktische Wissenschaft und Kunst gedacht, und die Magie. Diese Koordination entspricht einer Haupteinteilung aller höheren, philosophischen Wissenschaften in spekulative und operative (in rein theoretische Disziplinen und Anwendungs-

Disziplinen, wie wir heute sagen würden). „Freilich, so sehr es uns noch an dem wahren Besitz einer Metaphysik der Formen gebricht, so sehr gebricht es uns“, sagt Bacon, „auch noch an dem rechten Besitz einer natürlichen Magie.“ „Wir verstehen aber unter diesem Ausdruck eine Wissenschaft, welche aus der Kenntnis der verborgenen Formen erstaunliche Operationen ableitet¹⁹⁰.“ Die Verwandlung jedweden Metalles in Gold zum Beispiel sei sehr viel wahrscheinlicher von seiten eines Mannes, der die Naturen des Gewichtes, der gelben Farbe, der Schmiedbarkeit und Dehnbarkeit des Festen und des Flüssigen kennt und durchschaut und der auch in ähnlicher Weise die Samen und die Menstruationen der Mineralien fleißig studiert hätte, als wenn man etwa glauben wollte, daß wenige Körner eines Elixiers in wenigen Augenblicken andere Metalle in Gold zu verwandeln vermöchten, etwa desselben Elixiers, welches die Natur zu vervollkommen und von jedem Hindernis zu befreien imstande wäre. Auch die Möglichkeit, das Alter zu verjüngen, scheine zwar unglaublich, wenn es durch kostbare Flüssigkeiten und Quintessenzen geschehen sollte, aber es sei dies weniger unglaublich auf dem Wege von Diätetiken, Bädern und Salben, besonderen Medicinen und angepaßten Übungen, wofür ein Mann verordnete, der die Tätigkeit der *spiritus* im Körper und die *flamma corporis* studiert hätte und zu beeinflussen vermöchte. „Wie es auch damit sei, das über die Magie hiermit Gesagte genüge hier; wir haben das Mal des schlechten Rufs von ihrem Namen ausgelöscht und haben gezeigt, daß man ihr wahres Antlitz von ihrem falschen unterscheiden muß¹⁹¹.“

Über die Mathematik handelt Bacon im Anschluß an die Theorie der Physik und der Metaphysik der Formen. Er meint, sie würde am besten als Hilfswissenschaft für die gesamte spekulative und operative Naturphilosophie behandelt. Wollte man sie als selbständige Wissenschaft betrachten, so hätte man sie als einen Zweig der Metaphysik zu behandeln. Denn die Quantität gehört zu den essentiellen Formen der Materie. Wegen der ausgedehnten Anwendbarkeit aber sei es zweckmäßiger, sie als Anhang zu behandeln. Ihre Behandlung im Anhang will Bacon um so mehr empfehlen, als er damit dem Stolz der Mathematiker entgegengetrete, welche ihre Wissenschaft gern zur Herrin der Physik machen möch-

ten, während es sich geziemen würde, daß die Mathematik ebenso wie die Logik sich nur als Dienstmagd gegen die Physik betrügen¹⁹².

Nachdem wir nunmehr das Wichtigste von dem, was sich auf die Erkenntnis der Natur bezieht, zusammengetragen haben, kehren wir zur Bacon'schen Haupteinteilung der menschlichen Geistesgebiete zurück. Dort waren, wie wir uns erinnern, die beschreibenden Erkenntnisarten von den erklärenden Wissenschaften ganz und gar getrennt worden; zwischen diese beiden Hauptgebiete war die Poesie hineingeschoben worden.

Wir haben zunächst das Bild der Gebiete der beschreibenden Erkenntnis zu vervollständigen. Neben die Naturgeschichte tritt die bürgerliche Geschichte. Diese letztere zerfällt in drei Hauptgebiete: 1. in die Heilige Geschichte oder Kirchengeschichte, 2. in die Geschichte im eigentlichen engeren Sinne und 3. in die Geschichte der Literaturen und Künste.

Das erste dieser Gebiete soll drei Unterabteilungen haben: „die spezielle Kirchengeschichte, die Geschichte der Prophetien und die Geschichte der Nemesis“. Unter letzterer will Bacon eine Sammlung von Vorkommnissen verstehen, in denen die sonst verborgenen Pläne und Ratschlüsse Gottes sichtbar in den Ereignissen der Menschenwelt lesbar geworden sind. „Von solcher Art sind: späte und unerwartete Vergeltung, plötzliche und unerhoffte Bekehrungen und überhaupt göttliche Ratschlüsse, die plötzlich unverhüllt offenbar werden, nachdem sie lange Umwege durch ein leidensvolles Labyrinth gemacht haben. Dies alles kann zur Tröstung der Seelen der Gläubigen, aber auch zum Schrecken und zur Überführung des Gewissens der Bösen dienen¹⁹³.“

Die eigentliche „Geschichte“ im engeren Sinne wird unter mannigfach sich kreuzende Einteilungsgesichtspunkte gebracht. Zunächst wird eine Einteilung nach dem Zustande des historisch Erfassbaren oder nach dem Grade der Fertigstellung und Lesbarkeit der Geschichte gegeben. Hiernach haben wir zu unterscheiden: 1. Memoiren, 2. Monumente und andere dingliche Altertümer, 3. Vollständige Geschichtsschreibung. „Denn die *historia civilis* ist ein Bild der Dinge und Zeiten, und wir teilen sie in drei Arten, von denen die eine Unvollendetes gibt, gleich als ob die letzte Hand daran noch gefehlt hätte — dies sind die Memoirenwerke —, von denen die zweite wirklich Vollendetes gibt — dies sind die

eigentlichen Geschichtsdarstellungen, und von denen die dritte Verstümmeltes und Entstelltes bietet — dies sind die Reliquien der Historie, welche durch Zufall aus dem Schiffbruch der Zeiten gerettet sind. So ist die Einteilung der Geschichtsdokumente einem dreifachen möglichen Zustande von Gemälden vergleichbar¹⁹⁴."

Eine andere Einteilung der *historia civilis* geht von der Mannigfaltigkeit der Inhalte der politischen Geschichte aus. Denn diese „stellt entweder irgendeine Zeitepoche, oder irgendeine individuelle Persönlichkeit oder schließlich irgendeine Handlung, einen Zusammenhang von Ereignissen, dar¹⁹⁵“.

Hinsichtlich der Behandlungsweise kann die Geschichte entweder rein beschreibend oder mit Reflexionen vermischt vorgetragen werden. Im letzteren Falle lehnt sie sich entweder an die tiefere, systematische Wissenschaft von den bürgerlichen Dingen (an die *scientia civilis*) oder an die erklärende Naturwissenschaft (an die *scientia naturalis*) an. Die *historia mera* zieht Bacon der *historia mixta* vor¹⁹⁶.

Die Geschichte der Literaturen und Künste mußte Bacon zu seiner Zeit noch unter die Desiderata stellen. „Wenn die Geschichte der Welt dieses Teiles beraubt wäre, könnte sie als nicht unähnlich der Statue des Polyphem beurteilt werden, der mit ausgerissenem Auge dargestellt wird, denn es würde dann derjenige Teil des Bildes fehlen, der am meisten uns vom Geiste und Charakter der Person offenbaren könnte¹⁹⁷.“

Als Anhang zur Geschichte empfiehlt Bacon das Studium der Reden, der Briefe und der Spruchweisheit (Apophthengmata) der Menschen. Man betrachte hier die Worte der Menschen in ähnlicher Weise, wie die Geschichte sonst ihre Taten betrachtet¹⁹⁸.

Wollen wir nun in der Reihenfolge der Bacon'schen Haupt-einteilung weiter vorwärts gehen, so müssen wir in das Gebiet der Poesie eintreten; denn diese soll in der Mitte zwischen den beschreibenden Disziplinen und den eigentlichen Wissenschaften stehen. Wir werden jedoch auch über die Lehre von der Poesie — ebenso wie über die meisten anderen Kapitel Bacons — nur ganz Weniges sagen, nur soviel, wie nötig ist, um die sonst allzu tote und vielleicht sogar unverständliche Klassifikation mit etwas konkretem Leben zu erfüllen. — Wie die beschreibenden Disziplinen auf der Fähigkeit des Gedächtnisses beruhen und dasselbe zu ergänzen bestimmt sind, und wie die wahren Wissenschaften

auf der Vernunft beruhen, so beruht die Poesie auf der Phantasie. „Auch sie beschäftigt sich, ebenso wie die beschreibende Darstellung, mit dem Individuellen; sie bringt dabei eine gewisse Ähnlichkeit mit den Tatsachen hervor, wie sie auch in der wahren Geschichte vorgetragen werden, jedoch so, daß sie oft das rechte Maß überschreitet und daß sie nach Laune manche Dinge komponiert und einführt, welche in der Natur niemals vorgekommen wären¹⁹⁹.“ „Die Poesie stiftet unter den Dingen ganz und gar irreguläre Ehen und Scheidungen²⁰⁰.“ Man könne, sagt Bacon, das Wort Poesie freilich in verschiedenem Sinn verstehen; für die von ihm beabsichtigte Einteilung komme es nicht darauf an, ob etwas in Versen geschrieben sei. Auch wolle er die Satiren, die Elegien, die Epigramme, die Oden und anderes der Art beiseite lassen; man möge dergleichen zur Philosophie oder zur Redekunst rechnen. Unter Poesie sei in Bacons Zusammenhänge zu verstehen: eine Geschichte, die dazu erfunden ist, um zu gefallen („*historia ad placitum conficta*“). Man beachte also: *historia*, im früher behandelten Sinne, jedoch phantasiemäßig ersonnen und gestaltet. Hiervon soll es nun drei Arten geben: die erzählende, die dramatische und parabolische. Bei der dritten Art handelt es sich um Fabeln und Mythen, und für sie hat Bacon ein ganz besonderes Interesse.

Indem wir nunmehr zur eigentlichen Wissenschaft (*scientia*) übergehen, haben wir mit der Theologie zu beginnen; alsdann erst folgt die Philosophie. Und innerhalb der Philosophie ist ebenfalls von neuem mit der Frage nach den göttlichen Dingen zu beginnen (*de numine*); alsdann folgt die Philosophie der Natur und dann die Philosophie vom Menschen. Die Philosophie der Natur ist das Gegenstück zur Geschichte der Natur und von uns bereits ausführlich dargestellt worden; die Philosophie des Menschen ist zu einem guten Teile ein Gegenstück zur *historia civilis*.

Um die Einteilung der Wissenschaft in Theologie und Philosophie zu begründen, beginnt Bacon: „Die Wissenschaft gleicht den Wassern. Von den Wassern kommen die einen vom Himmel herab, die andern dringen aus der Erde hervor. Die Grundeinteilung der Wissenschaften muß ihren Quellen nachgehen. Von diesen liegen die einen in der Höhe, die anderen hier unten. Denn alle Wissenschaft erlangt ein zweifaches Wissen; das eine wird göttlich inspiriert, das

andere entspringt dem Sinnesorgan²⁰¹.“ Die Theologie, welche so von der Philosophie abgeschieden wird, enthält das inspirierte Wissen, nicht das natürliche. Die Philosophie dagegen bringt dann in ihrem ersten Hauptteile eine natürliche Theologie.

Die Einteilung der Philosophie wird durch das bereits früher mitgeteilte Gleichnis von der dreifachen Art des Weges der Lichtstrahlen erläutert: Wir erkennen die Natur *radio directo*; wir erkennen Gott *radio refracto*, weil ein ungleiches Medium, nämlich die kreatürliche Beschaffenheit des Menschen, uns von ihm trennt; wir erkennen den Menschen *radio reflexo*. Denn der Mensch muß sich sein eigen Selbst vorzeigen und es darstellen²⁰².

Neben dieser Dreiteilung aller Philosophie schafft sich nun aber Bacon noch den Raum für eine „Erste Philosophie“, also für etwas, was allgemeiner und fundamentaler sein müßte als jede einzelne der genannten drei Wissenschaften vom Numen, von der Natur und vom Menschen. Bacon fühlt zwar das Bedenken, das darin liegt, daß er ihr keinen besonderen Stoffkreis anweisen kann; er erklärt aber dann, daß sie allgemeine Axiome enthalten soll, welche allen Wissenschaften gehören würden. Man hat mit Recht die Darlegungen und die Versuche, die Bacon über diesen Gegenstand macht, sehr schwach und unbedeutend gefunden; es ist nicht der Mühe wert, ihren Inhalt hier auszubreiten²⁰³. Durch ein hübsches Gleichnis weiß er jedoch auch hier wieder das Recht zur Aufstellung einer solchen ganz allgemeinen „Ersten Philosophie“ zu erweisen, die er übrigens als ein Desideratum bezeichnet, da er mit dem bisher unter solchem Namen und Anspruch aufgehäuften Mengfutter (*farrago*) unzufrieden ist. Das Gleichnis lautet: „Da nun die eingeteilten Wissenschaften keineswegs verschiedenen Linien zu vergleichen sind, welche auf einen einzigen Punkt konvergieren, sondern vielmehr den Zweigen eines Baumes, welche in einem gemeinsamen Stamm vereint waren, der in einem gewissen Raumteile ganz und einheitlich bleibt, so ist es schicklich, eine universelle Wissenschaft zu konstituieren, ehe man den Gliedern jener vorherbezeichneten Einteilung folgt; dies wäre dann die gemeinsame Mutter aller andern, und man könnte sie als das Stück Weges betrachten, das allen gemeinsam ist, bis sie zu dem Punkte gelangt sind, wo ihre Wege sich trennen und verschiedene Richtungen einschlagen²⁰⁴.“

Von den einzelnen Zweigen der philosophischen Wissenschaft haben wir jetzt nur noch die Wissenschaft vom Menschen zu betrachten, die allerdings außerordentlich vieles umfaßt. Sie zerfällt in zwei Teile: in die Wissenschaft vom Menschen an sich (*philosophia humanitatis*) und in die Wissenschaft von der Gesellschaft (*philosophia civilis*).

Die Wissenschaft vom Menschen an sich kann denselben zunächst als ungeteilte Einheit nehmen; alsdann kann sie, ihn zwar auch noch als Einheit von Körper und Seele auffassend, doch schon vorzugsweise auf die Frage nach der besonderen Verbindung von Körper und Seele ihr Augenmerk richten. Weiterhin kann dann eine besondere Wissenschaft vom Körper und schließlich eine besondere Wissenschaft von der Seele gefordert werden.

Wenn wir den Menschen zunächst als ungeteilte Einheit nehmen, ohne den Unterschied von Leib und Seele ins Auge zu fassen, so wäre es hier vor allem möglich, über die Leiden des Menschengeschlechts und über seine Vorzüge und seine Überlegenheit Betrachtungen anzustellen. Dies sei ein zugleich angenehmes und heilsames Studium²⁰⁵.

Wenn wir die Natur der Verbindung zwischen Leib und Seele näher ins Auge fassen, so gibt es hier ein Studium der „Indikationen“ und ein Studium der „Impressionen“. Zum ersteren gehört die Physiognomik und die Traumdeutung. Bei den Träumen nämlich offenbart sich der Zustand des Körpers durch seine Wirkungen auf die Seele. Unter dem Worte Indikationen sind also bei Bacon gewisse „Hinweise“ zu verstehen, aus denen uns Schlüsse von der einen Seite des Menschenwesens auf die andere, vom Körperlichen aufs Geistige und auch vom Geistigen aufs Körperliche, möglich werden. Unter dem Studium der Impressionen dagegen versteht er nicht mehr bloße Hinweise für unser Erraten und Erschließen, sondern wirkliche Zusammenhänge, die sich feststellen lassen, nämlich bestimmte Einwirkungen des Körpers auf die Seele oder auch der Seele auf den Körper. Hierhin gehören die Fragen, ob und in welcher Weise die Feuchtigkeiten und Stimmungen des körperlichen Lebens (*humores et temperamentum corporis*) die Seele beeinflussen können, und umgekehrt, bis zu welchem Grade die Leidenchaften und Vorstellungen der Seele den Körper modifizieren und auf ihn einwirken. Auch diese letztere Seite der Dinge sollte der Mediziner, mahnt Bacon, wohl überlegen.

Man habe sich noch nicht genug mit der Frage beschäftigt, „bis zu welchem Punkte — abgesehen von Gefühlen — die bloße Phantasievorstellung in einer Seele — ein bloßer Gedanke also —, wenn er sehr stark fixiert und gesteigert wird, bis er zu einer Art von Glauben wird, den Körper dessen verändern kann, welcher diese Phantasievorstellung hegt²⁰⁶“. Auch wird es in dieses Kapitel der Impressionen (zwischen Körper und Seele) gehören, daß man die „Sitze für die verschiedenen Fähigkeiten der Seele im Körper und in seinen Organen“ bestimme.

Die Wissenschaft vom menschlichen Körper, die nun folgt, könne nach den Gütern oder Vorzügen eingeteilt werden, welche dem Körper zukommen und deren es vier gibt: Gesundheit, Schönheit der Gestalt, Kraft und Genußfähigkeit. Demgemäß gibt es vier Disziplinen: die Medizin, die Kosmetik, die Athletik und die Wissenschaft vom Genuß („*voluptaria, quam Tacitus appellat eruditum luxum*“).

Der vierte und letzte Teil der Wissenschaft vom Menschen an sich handelt dann von der Seele. Betrachten wir die Baconsche weitere Untereinteilung, so finden wir zwei Dichotomien, die sich kreuzen. Die erste Dichotomie ist diese: Die menschliche Seele besitzt einen Teil, der göttlichen Ursprungs ist, und einen Teil, der irdischen Ursprungs ist, die *anima rationalis* und die *anima irrationalis*. Die letztere hat der Mensch mit den Tieren gemein. Die von Gott dem Menschen eingeblasene immaterielle Seele dagegen ist nicht stofflichen Ursprungs, und wenn man die naheliegenden Konsequenzen aus Bacons Darlegungen²⁰⁷ zieht, so darf man sagen, daß es bei der rationalen immateriellen Seele auch immaterielle Formen gibt, während alle Formen des Naturgeschehens und der niederen Seele substanzgebunden sind. Daran sei die Platonische Philosophie gescheitert, meint Bacon, daß sie trotz glücklicher und großer Ausgangspunkte die Formen lediglich im Reich des Immateriellen gesucht habe. Man darf also schließen, daß Bacon für die rationale Seele, aber für diese allein, seinerseits auch immaterielle Formen zugelassen hat.

Der zweite Einteilungsgesichtspunkt der Wissenschaft von der Seele ist folgender. Überall hat man es einerseits mit der Seele selbst (nach ihren Fähigkeiten) zu tun, andererseits aber hat man es überall auch mit den Objekten dieser Fähigkeiten zu tun. Demgemäß gibt es eine *doctrina de facultatibus* und eine *doctrina de usu et objectis facultatum*²⁰⁸.

Was die zuvor genannte Unterscheidung des göttlichen und des tierischen Seelenteils anbetrifft, so stützt sie Bacon auf die Heilige Schrift²⁰⁹; aber er setzt hinzu, daß sie auch mit den Prinzipien der Philosophie im Einklang sei. Die Wissenschaft von der rationalen Seele würde es mit Fragen, wie folgenden, zu tun haben: ob die Seele eine ursprüngliche Substanz oder etwas Hinzugekommenes sei (*utrum nativa an adventitia*), ob sie abtrennbar oder unabtrennbar, sterblich oder unsterblich sei, wie weit sie mit den Gesetzen der Materie im Zusammenhang bleiben müsse (*alligata*) und wie weit nicht? „Obwohl über derartige Fragen weit sorgfältigere und tiefere Untersuchungen angestellt werden könnten, besonders auch in der Philosophie, als es bisher geschehen ist, so meinen wir nichtsdestoweniger, daß man die Sorge, diese Fragen zu lösen und zu entscheiden, der Religion überlassen soll; andernfalls werden sie leicht zu einem Gegenstand der Irrtümer ohne Zahl und der Einbildungen werden . . . Es ist klar, daß diese Kenntnisse aus derselben Quelle der göttlichen Inspiration geschöpft werden müssen, aus der die Substanz der menschlichen Seele hervorgegangen ist²¹⁰.“ — Was dann die sinnliche, irrationale Seele angeht, so stützt sich hier Bacon auf die Ansichten des Bernardino Telesio und des Augustinus Donius, des Schülers des Telesius; er findet, daß diese Ansichten „in gewisser Hinsicht nicht ohne Nutzen“ wären, fordert aber sorgfältigere Untersuchungen und mahnt vor allem, den rationalen Teil der Seele nicht zu vergessen. Jene Ansichten des Telesius aber werden folgendermaßen wiedergegeben. „Die sensitive Seele oder diejenige der Tiere muß ganz und gar als körperliche Substanz betrachtet werden; durch Wärme wird sie verdünnt und unsichtbar gemacht; als ein Fluidum ist sie aus Luft und Feuer gemischt; der Weichheit der Luft bedarf es dabei, damit sie Impressionen empfangen kann, der lebendigen Kraft des Feuers, um sie zur Aktivität zu erregen; ernährt wird sie zum Teil aus öligen, zum Teil aus wässerigen Substanzen . . .“ — Der Körper, heißt es zusammenfassend, sei das Organ dieser irrationalen Seele der Tiere; die irrationale Seele aber sei das Organ der rationalen Seele im Menschen.

Trennen wir die Disziplinen von der menschlichen Seele nach dem zu zweit genannten Einteilungsgesichtspunkt voneinander, so hätten wir a) die Fähigkeiten der Seele in ihr selbst zu betrachten; b) hätten wir die Wissenschaften von

den Objekten dieser Fähigkeiten zu konstituieren. Diese Unterscheidung wäre fraglos als sehr wichtig und bedeutend zu bezeichnen, wenn sie mit vollem Nachdruck und mit voller erkenntnistheoretischer Klarheit hingestellt wäre. Daß diese Unterscheidung von Bacon deutlich und bestimmt hingestellt worden ist, kann in der Tat wohl nicht bezweifelt werden; allerdings werden nur sehr wenig Worte über sie gemacht. Es erscheinen infolge dieser Unterscheidung nunmehr die Logik und die Ethik im System der Wissenschaften, und zwar erscheinen sie als Sachwissenschaften, als Gegenstandswissenschaften, nicht als Wissenschaften von subjektiven seelischen Kräften. Sie entfallen also auf das zweite Glied der hier in Betracht kommenden Einteilung; es handelt sich bei ihnen nicht um *facultates*, sondern um den *usus* und die *objecta* dieser *facultates*²¹¹.

Die Fähigkeiten der Seele selbst, die also in der ersten der beiden Spezialdisziplinen zu behandeln wären (in der subjektiven Vermögenslehre, wie wir heute sagen würden), sind: *intellectus*, *ratio*, *phantasia*, *memoria*, *appetitus*, *voluntas*; auch wird zugelassen, daß ihre Zahl noch im Hinblick auf die Gebiete der Logik und der Ethik vergrößert werden könnte. Wir übergehen diese subjektive Vermögenslehre und wenden uns sogleich den Disziplinen der objektbezogenen Psychologie zu: der Logik und der Ethik. Diese beiden Disziplinen teilen sich natürlich in das Reich der soeben bezeichneten Seelenkräfte; die Aufzählung derselben erscheint dabei in einer nur wenig veränderten Form. Es wird uns nämlich gesagt, daß sich die Logik auf die Kräfte des *intellectus* und der *ratio* und die Ethik auf die Kräfte des *appetitus*, der *voluntas* und der *affectus* stütze. Die in der Mitte der ursprünglichen Aufzählung allein stehengebliebene *phantasia* vermag keine Wissenschaft zu erzeugen, erfährt jedoch eine sehr geistvolle und treffende psychologische Besprechung. Erzeugen kann die Phantasie nur eben die Poesie, was bereits in früherem Zusammenhange dargetan worden ist; „die Poesie aber muß mehr als ein Spiel des Geistes denn als eine Wissenschaft betrachtet werden“²¹².

Was das Reich der Ethik anbetrifft, so ist hier die Bacon'sche Bemerkung von großer Wichtigkeit für die Architektur der Wissenschaften, daß er die *scientia civilis* aus der Ethik im gewöhnlichen Sinne herausgenommen hat; dies hebt er jetzt, am entscheidenden Wendepunkte seiner Darlegungen,

nochmals besonders hervor. Wir erinnern uns nämlich, daß die gesamte Wissenschaft vom Menschen in die Wissenschaft vom Menschen an sich (*scientia humanitatis*) und in die Wissenschaft von der Gesellschaft (*scientia civilis*) zerlegt wurde. Vorläufig befinden wir uns im Verfolg der klassifikatorischen Entwicklung noch erst in den Endkapiteln der Wissenschaft vom Menschen an sich. Bacon sagt: „Die *doctrina civilis*, die gewöhnlich als ein Teil der Ethik hingestellt wird, haben wir schon herausgelöst und sie in eigener Geschlossenheit als *doctrina de homine congregato, sive in societate*, konstituiert; hier vorerst (in der *scientia humanitatis*) handeln wir nur vom abgesonderten Menschen (*de homine segregato*²¹³).“

Eine sinnreiche Bemerkung eröffnet die Baconsche Darlegung über die Logik und über die Ethik folgendermaßen: „Die Wissenschaft vom Verstande, mein bester König, und andererseits alles das, was den Willen des Menschen angeht, sind ursprünglich gleichsam Zwillinge. Denn die Reinheit der Erkenntniserleuchtung und die Freiheit des Willens beginnen im gleichen Augenblick und verderben im gleichen Augenblick, und es gibt keine tiefere Sympathie im ganzen Universum als die zwischen dem Wahren und dem Guten.“ Kennzeichnend für die pragmatische Auffassung vom Wesen der Erkenntnis ist der kurze Satz: „*altera decreta, altera actiones progignit*“ (die Intelligenz bringt Beschlüsse, der Wille Handlungen hervor).

Wir möchten die Zwischenbemerkungen über die Rolle der Phantasie nicht übergehen. „Die Phantasie tut eine Art Botendienst vom einen zum andern der beiden großen Bezirke; wie ein Unterhändler geht sie unaufhörlich vom einen zum andern hin und her. Die Sinne nämlich liefern der Phantasie Bilder aller Art und auf Grund der Bilder urteilt die Vernunft. Dabei aber übersetzt man diese Bilder zunächst in die Sprache der Phantasie . . . Auch der Willensregung geht allemal die Phantasie voraus, so daß also die Phantasie beiden, sowohl der Vernunft als auch dem Willen, zum gemeinsamen Instrumente dient . . . Doch ist die Phantasie kein bloßer nackter Bote, sondern eine nicht geringe Autorität fällt ihr teils zu, teils nimmt sie dieselbe in Anspruch; denn diese in Anspruch genommene Autorität liegt außerhalb der einfachen Übermittlung eines Auftrages. Mit Recht sagt Aristoteles: „Die Seele hat zwar über den Körper einen ganz strengen

Oberbefehl, wie ihn ein Herr über seinen Sklaven hat; aber die Vernunft vermag über die Phantasie nur so viel wie in einem Freistaat der Beamte über den Bürger vermag, wobei er wohl daran denkt, daß die Beamtenengewalt auch wieder in die Hände dieses Bürgers fallen kann. Wir sehen denn auch, daß in Sachen des Glaubens und der Religion die Phantasie über die Vernunft selbst emporsteigt und sich erhebt. Dies geschieht nicht, weil etwa die göttliche Erleuchtung ihre Stätte in der Phantasie hätte (denn sie hat sie vielmehr im Kreise des Geistes und Verstandes); sondern wie die göttliche Gnade im Gebiete der Tugend den Entschließungen des Willens zugute kommt, ebenso bedient sie sich auch im Gebiete der Erleuchtung der Regungen der Phantasie. Daher kommt es, daß die Religion sich immer einen Zugang und Weg zu den Seelen durch Bilder, Gleichnisse, Analogien, Visionen und Träume gesucht hat.“ Erwähnt wird dann noch die Rolle der Phantasie in der Kunst der Überredung.

Zu den Wissenschaften von der Anwendung und den Objekten der Seelenkräfte gehört also nach Bacon zunächst die Logik. Er nimmt hier, wie wir gleich sehen werden, den Begriff der Logik in einem breiteren Sinne, als es sonst zu geschehen pflegt. Er verteidigt ihren Wert gegen den weniger gediegenen wissenschaftlichen Appetit und Geschmack derer, die sie als zu trocken verachten. „Eben dieses trockene Licht beleidigt die weichlichen und wasserreichen Geister der meisten und scheint sie zu verbrennen“²¹⁴.“ Es soll nun vier Felder der Logik im breitesten Sinne geben, „denn in den rationalen Dingen (*in rationalibus*) handelt der Mensch, entweder um zu finden, was er gesucht hat, oder um über das zu urteilen, was er gefunden hat, oder um festzuhalten, was er geurteilt hat, oder um mitzuteilen (*aut tradat*), was er festgehalten hat. Es muß daher ebensoviele Kunstleistungen des Geistes geben (*artes rationales*): die *ars inquisitionis seu inventionis*, die *ars examinis seu iudicii*, die *ars custodiae seu memoriae* und die *ars elocutionis seu traditionis*.“

Die erste dieser vier Vernunftkünste ist also die Kunst des Findens; die zweite ist, kurz gesagt, die der Beweisführung; die dritte ist die Kunst und Wissenschaft des Gedächtnisses, und zwar sowohl im natürlichen Gebrauch als auch in Hinsicht seiner artifiziellen Unterstützung; die vierte ist die der Darstellung und Mitteilung des Gedachten. Man wird eine gewisse Großzügigkeit in diesem Entwurf nicht verkennen.

Man dürfte nicht sagen, daß Bacon alle diese Disziplinen in dem Sinne psychologisiert hätte, wie das heute mitunter die eine Gelehrtenschule der andern zum Vorwurf macht; Bacon läßt die inneren Unterschiede zwischen den geistigen Kräften, die deren durchaus heterogene Rangstufen begründen, durchaus bestehen; man möchte sagen: er stellt sie nur alle unter den gleichen Gesichtspunkt, nämlich unter den pragmatischen oder technischen Gesichtspunkt: wie vereinigen sich die verschiedenen geistigen Kräfte zu den einheitlichen, oder doch praktisch zur Einheit verbundenen Zielen des geistigen Lebens? Wie die heutige Medizin oder die heutige Wissenschaft des Ingenieurwesens es macht, so will es Bacon auch für die Wissenschaft des Geistes haben: alle Probleme, seien sie tief innerlicher oder ganz äußerlicher Natur, sollen wissenschaftlich so studiert werden, daß der Erfolg der menschlichen Zwecke gesteigert werden kann.

Wir treten nun in eine kurze Charakteristik der einzelnen Vernunftkünste und in die Darstellung ihrer Unterabteilungen ein. — Die Kunst des Findens zunächst hat zwei Unterarten; entweder handelt es sich um die „Erfindung von Künsten und Wissenschaften“ oder um diejenige von „Argumenten und Reden“. Man wird vielleicht über den Begriff des Argumentes hier stutzen; denn die Beweisführungen waren ja der zweiten Vernunftkunst, der *ars examinis seu judicii*, vorbehalten. Zur einstweiligen Klärung dieser Frage sei hier zunächst bemerkt, daß es sich bei der zweiten Unterart der *ars inventionis* um jenes Gebiet handelt, das seit Aristoteles als Topik bezeichnet zu werden pflegte, zugleich um jenen Stoffkreis, den wir mit Kant das Reich der gemeinen Urteilskraft nennen würden. Bei der *ars examinis seu judicii* dagegen wird es sich um die Syllogistik und um das alte Problem der Methoden der Deduktion und der Induktion handeln. Dieser Hinweis auf traditionelle Unterscheidungen, die auch sonst in der Philosophiegeschichte bekannt sind, bedeutet natürlich noch nicht so viel wie eine sachliche Rechtfertigung der Baconischen Gebietszerlegung. Auf das Problem einer tieferen Aufklärung der Sache selbst kann hier aber nicht eingegangen werden.

Noch ein weiteres Bedenken gegen die Baconischen Einteilungen könnte den Leser dieser Zeilen verwirren. Sollte nicht die Induktion auf alle Fälle schon in der *ars inventionis* zur Sprache gebracht worden sein? In der Tat ist es

so. Sie wird aber nichtsdestoweniger in der *ars judicii* von neuem zur Sprache gebracht. Hier gesteht Bacon denn auch offen ein, daß seine Einteilung durch die Natur der Dinge selbst überholt worden ist. Er sagt an der Stelle, an der die Induktion zum zweiten Male vorkommt²¹⁵: „Was die Urteile betrifft, die durch Induktion gewonnen sind, so brauchen wir uns bei ihnen nicht aufzuhalten. Denn in ein und derselben Arbeit des Geistes wird das, was gesucht wird, sowohl gefunden als zum Urteil erhoben (*et inventum et judicatum*). Denn der Gegenstand braucht nicht durch irgendein Mittleres (*per medium aliquod*) hindurchgeführt zu werden, sondern wird unmittelbar erkannt, etwa in der gleichen Art, wie es bei Sinneswahrnehmungen geschieht. Denn die Sinne ergreifen bei den ihnen unmittelbar gegebenen Objekten die Spezies des Objektes (*speciem objecti*) und stimmen zugleich auch der Wahrheit dieser Erkenntnis zu. Anders aber ist es beim Syllogismus; die Billigung, die er verschafft, ist keine unmittelbare, sondern erfolgt durch etwas Mittleres (*per medium* = durch den Mittelbegriff)“.

Nach der Klärung dieser für die Einteilung wichtigen Vorfragen können wir nunmehr der Entwicklung der Baconischen Klassifikationen leichter und gelassener folgen. Wir haben es zunächst mit der *ars inventionis* zu tun, und zwar mit demjenigen Zweige derselben, der sich auf die Sachen selbst (sei es in den Künsten oder in den Wissenschaften), nicht also auf die Argumente bezieht. Bacon will bei diesem Zweige abermals eine Untereinteilung machen: es kommt erstens ein einfacheres Verfahren in Betracht, das ein Buchstabieren der Erfahrung (*experientia literata*) genannt werden könnte, und zweitens ein vollkommeneres: dies ist die Baconische wahre Induktion. Diese letztere soll auch *interpretatio naturae sive novum organum* heißen. „Das erstere Verfahren darf kaum als eine Kunst oder als ein Teil der Philosophie, sondern nur als ein gewisser Takt (*sagacitas*) angesehen werden.“ Ein Mensch kann entweder in völligem Dunkel sich fort tasten, oder er kann sich von der Hand eines andern leiten lassen, während er selbst nur wenig sieht, oder er kann sich eine Kerze anzünden. Demjenigen, der sich von der Hand eines andern leiten läßt, gleicht der Mann, der sich mit Takt auf ein wenig Erfahrung stützt, dem dritten, der sich eine Kerze anzündet, der, der nach der Methode des *Novum Organum* verfährt²¹⁶.

Die beiden Wege, der bescheidenere und der stolzere, werden auf folgende Art unterscheidend gekennzeichnet. Der erstere führt nur von einer Erfahrung zur anderen; der letztere führt dagegen von Erfahrungen zu Axiomen, aus denen dann neue Erfahrungen entspringen können. Alle Forschungen und Experimente der bescheideneren Art sind darauf beschränkt, sich um den Bereich irgendeines Axioms, das man dabei nicht selbst kennen lernt, herumzubewegen („*circa terminos axiomatis*“). Es werden acht spezielle Gesichtspunkte und Hilfen für diese *experientia literata* angegeben und geschildert; wir begnügen uns, sie aufzuzählen. Es sind dies: die Variation des Experiments, die Fortsetzung des Experiments (durch Wiederholung und durch Erweiterung), die Übertragung der Erfahrung (von einem Gebiet aufs andere), die Umkehrung des Experiments, das In-die-Enge-Treiben des Experiments bis zur Vernichtung der Erscheinung, die nützliche Anwendung der Erfahrung, die Verknüpfung mehrerer Experimente zur gegenseitigen Unterstützung und zur Erzielung eines gewünschten Nutzens, und schließlich das Anstellen kühner Experimente, welche dem Spiel des Zufalls etwas überlassen²¹⁷. Von dem zweiten Hauptweg, der wahren Baconischen Induktion, wird in Bacons enzyklopädischem Hauptwerke nicht näher gesprochen, sondern auf das *Novum Organum* verwiesen.

Wir berühren nur kurz die Disziplin, die sich mit dem Auffinden von Argumenten (und Reden) befaßt. Eigentlich, sagt Bacon, handelt es sich hier nicht um eine Kunst des Erfindens, sondern „der zu leistende Dienst scheint hier darin zu bestehen, daß aus einer Masse von Wissen, das in der Seele bereit liegt, mit einer gewissen Geschicklichkeit dasjenige herbeigeschafft wird, was zur Sache und zur begonnenen Untersuchung hingehört“. „Daher ist diese Art von Erfindung, wie wir soeben gesagt haben, genau genommen nicht Erfindung, sondern eine einfache Funktion des Gedächtnisses, welches uns dasjenige vergegenwärtigt und aufdrängt, was wir brauchen können²¹⁸.“ „Es ist klar, daß Ziel und Zweck dieser Kunst mehr in einer gewissen Promptheit und einem behenden Gebrauch unserer bereits vorhandenen Kenntnisse als in einer Erweiterung und Steigerung derselben besteht.“

Die *ars judicii*, die nächste große Doktrin, enthält zwei Teile; der erste von ihnen betrifft das Urteil auf Grund

Baconscher Induktion, der zweite Teil betrifft das Urteil auf Grund eines Syllogismus. Alles, was man mit dem Mittel des Syllogismus leisten könne, sei, Sätze mit Hilfe von Mittelsätzen auf ihre Prinzipien zurückzuführen. Diese Form von Beweis oder Erfindung habe in den populären Wissenschaften ihre Anwendung, wie in der Moral, der Politik, dem Recht und selbst in der Theologie, da es der Güte Gottes gefallen hat, sich der Schwäche des menschlichen Verstandes hierin anzubequemen. Wenn man aber in der Physik, wo es sich darum handelt, die Natur durch Werke zu fesseln und nicht einen Gegner durch Argumente in seine Schranken zu weisen, sich an den Syllogismus halten wollte, so würde uns die Wahrheit unter den Händen entweichen; denn die Subtilität der Naturvorgänge sei bei weitem größer als die der Worte²¹⁹. — Bacon findet für die allzu-bequeme Neigung der Menschen zum syllogistischen Denken einen allgemeinen Grund: „Es ist nicht erstaunlich, daß der Syllogismus etwas ist, was zum menschlichen Geiste paßt. Denn die menschliche Seele findet wunderbare Wege, um es zu vermeiden, daß sie irgendwie in der Schwebel bleiben sollte; sie sucht etwas Festes und Unbewegliches zu erreichen, auf das sie sich bei ihren Untersuchungen und Fahrten wie auf das Firmament stützen kann. So bemüht sich Aristoteles zu beweisen, daß es in jeder Bewegung der Körper irgend-etwas gibt, das in Ruhe bleibt. . . Ebenso wünschen nun alle Menschen brennend, auch in sich selbst und in ihren Gedanken eine Art von stützendem Atlas (nach der antiken Fabel, daß er den Himmel auf seinen Schultern trug) oder von festen Polen . . . zu besitzen, in der Furcht, daß ihr Himmel sonst einstürzen könnte. So sind sie auch sehr eilig dabei, Prinzipien der Wissenschaften aufzustellen, zwischen denen sich dann alle Mannigfaltigkeit der Disputationen bewegen soll, wobei dann ein Zusammenbruch oder andere störende Zufälle nicht mehr zu befürchten wären. Sie täuschen sich aber, da derjenige, der allzusehr nach dem Sicherem hat greifen wollen, in Zweifeln enden wird.“

In das Gebiet der *ars judicii* haben wir neben die Induktion und die Deduktion noch eine dritte Gruppe von Betrachtungen zu stellen, deren strenge klassifikatorische Verbindung mit den beiden andern genannten Gruppen bei Bacon nicht ganz durchsichtig ist. Es dürfte darauf auch nicht sehr ankommen. Dies dritte Gebiet ist das des Fern-

haltens von Irrtümern (*doctrina de elenchis*). Es erhielt dies Gebiet drei Unterabteilungen: die *elenchi sophismatum*, die *elenchi hermeniae* und die *elenchi imaginum sive idolorum*. Die dritte Unterabteilung hat für den historischen Betrachter der Baconschen Philosophie ein größeres Interesse, weil Bacon hier seine bekannte Lehre von den *idola tribus, specus* und *fori* hineinstellt. Die *idola theatri* werden hier nicht erwähnt.

Von der *ars memoriae* bemerken wir nur, daß sie in die Lehre von den Hilfen des Gedächtnisses und in die Lehre vom Gedächtnis selbst eingeteilt wird.

Den vierten und letzten Hauptteil der Logik bildet die Lehre von der Darstellung und Mitteilung des Gedachten²¹⁰. „Sie umfaßt alle Künste, bei denen es sich um Worte und Reden handelt. Denn so sehr auch die Vernunft die Seele einer Rede ist, so müssen dennoch bei der theoretischen Behandlung Vernunft und Rede getrennt werden, gleichwie Seele und Körper getrennt werden müssen. Wir werden die Kunst der Darstellung und Mitteilung in drei Teile einteilen: in die Lehre vom Organ der Rede, in die Lehre von der Methode der Rede und in die Lehre vom Schmuck der Rede.“ Wenn man freilich das Problem in etwas allgemeiner und höherer Weise in Angriff nehme, so brauchte man nicht sogleich auf die Natur der Worte und Buchstaben einzugehen, sondern man könnte folgendes Prinzip aufstellen: Alles was Differenzen in genügend großer Zahl gemäß der Mannigfaltigkeit der Begriffe zur sinnlichen Entfaltung zu bringen vermag, kann zwischen Mensch und Mensch zum Vermittler (*vehiculum*) der Gedanken werden. Denn wir sehen, daß Nationen, die sich in der Sprache nicht verstehen, ihre Geschäfte miteinander nicht übel durch Gesten erledigen. Auch sehen wir bei solchen, die taubstumm geboren, sonst aber begabt sind, daß wunderbare Dialoge zwischen ihnen und ihren Freunden, welche ihre Gesten gelernt haben, abgehalten werden. Ja noch mehr: man hat bemerkt, daß es in China gewisse charakteristische Schriftzeichen gibt, welche weder Buchstaben noch Worte, sondern Sachen und Begriffe selbst darstellen sollen. Es sind dies Zeichen für Dinge, die, ohne das Dazwischentreten von Worten, auf die Dinge selbst gehen. Es gibt deren zweierlei Arten, solche, die sich auf irgendeine Analogie stützen, und solche, die vollkommen willkürlich und konventionell mit ihrem Sinn verbunden zu sein scheinen. Nach diesen Vor-

bemerkungen geht Bacon auf die Theorie der eigentlichen Sprache ein. Denn sie ist das Organ der Rede.

Unter dem Titel einer Lehre von den Methoden der Rede versteht er alsdann hauptsächlich das Problem der Disposition, d. h. einer guten Einteilung und Reihenfolge der Materien eines Vortrages. Dies sei der Hauptteil der *ars traditionis*. In dem weiteren Teil, der den Schmuck der Rede betreffen soll, spielen die Farben des Guten und Bösen, die man den Dingen (etwas willkürlich vielleicht) zu verleihen vermag, eine große Rolle. „Die Rhetorik dient der Phantasie, wie die Dialektik der Vernunft dient.“ Wenn man etwas tiefer in die Sache eindringe, werde man finden, daß der Dienst und das Geschäft der Rhetorik nichts anderes sei, als die Phantasie für die Diktate der Vernunft empfänglich zu machen, damit Begehren und Wille angeregt werden²²¹. Die *ars traditionis* soll schließlich noch zwei Anhänge erhalten: Die Kritik und die Pädagogik.

Wir beenden hiermit unsern Überblick über die vier Teildoktrinen der Logik und erinnern nochmals daran, daß die Logik insgesamt ein Teil der Lehre von der Anwendung und den Objekten (*usus et objecta*) der theoretischen Seelenvermögen sein sollte. Sie sollte also gleichsam wie ein Teil einer objektiven Psychologie oder Geistesphilosophie der subjektiven Psychologie von den Seelenfähigkeiten zur Seite treten. Wir erinnern daran, daß sich die Gesamtheit der Seelenfähigkeiten in drei Gruppen teilen lassen sollte: in die theoretischen Anlagen, die Anlage der Phantasie und die praktischen Anlagen. Die Namen „theoretisch“ und „praktisch“ gebraucht freilich Bacon hierbei nicht²²². Da der Phantasie keine Wissenschaft auf der Seite der objektiven Psychologie entspricht, so bleibt aus diesem Kreise jetzt nur die Ethik übrig, die wir als Nachbardisziplin der Logik nun noch zu betrachten hätten. Wir behalten uns dies für das nächste Kapitel unseres Buches vor. Dort werden wir die Ethik mit der *scientia civilis* zusammen etwas ausführlicher behandeln, weil gerade diesen Gebieten der Baconischen Philosophie von vielen eine größere Bedeutung zugeschrieben wird.

Der Zweck des hiermit abzuschließenden Kapitels läßt es empfehlenswert erscheinen, daß wir nochmals auf die bemerkenswerte Architektur hinweisen, die Bacon auch den Dingen der praktischen Philosophie gegeben hat. Er hat die *scientia civilis* von vornherein aus der Ethik herausgelöst.

Bei der *scientia civilis* fällt es ihm nicht mehr ein, sie irgendwie unter dem Gesichtspunkt der Psychologie — in architektonischer Hinsicht — zu stellen, während er eine solche Anlehnung doch für Logik und Ethik in gewisser Weise zugelassen hatte. Wie wir gesehen haben, teilte er vielmehr die ganze Wissenschaft vom Menschen in die Wissenschaft vom Menschen an sich (*de humanitate*) und die Wissenschaft von der Gesellschaft ein. Bei den Untereinteilungen der Wissenschaft vom Menschen an sich trat dann die Seelenlehre als ein besonderer Teil hervor. Sobald sich Bacon dagegen die menschliche Gesellschaft vorstellte, hat er sich offenbar die einzelnen Menschen ungeteilt (als Körper und Seelen zugleich) vorgestellt. Dieser Umstand dürfte ihn veranlaßt haben, der *scientia civilis* von vornherein für sich allein ein besonderes Fundament anzuweisen, während die Ethik an die Psychologie angelehnt wurde — wenngleich nur als objektives Korrelat der subjektiven Psychologie.

Solche Einteilungen, Trennungen und Verbindungen werden vielleicht niemals nach allen Seiten hin völlig befriedigen können; irgendwelche Zusammenhänge und Beziehungen werden vielleicht bei einer jeden solchen Einteilung teils zu kurz kommen, teils überbetont werden. Ein beträchtliches Maß von architektonischem Takt und von weiser Beurteilung des Wesentlichen in den Wissenschaften wird man immerhin der Baconschen Enzyklopädie zugestehen müssen.

V. DIE ETHIK UND DIE SCIENTIA CIVILIS BACONS

Es hätte vielleicht naheliegen können, diesen letzten Teil der Darstellung Baconscher Lehren als Bacons „Praktische Philosophie“ zu bezeichnen. Indessen gebraucht Bacon diesen Ausdruck selbst nicht, und es hätte dieser Ausdruck wohl auch irreführen können; denn an Stelle der Aristotelisch-Kantischen Haupteinteilung der Wissenschaften in theoretische und praktische besitzt Bacon die ganz anders gerichtete Unterscheidung in spekulative und in operative Disziplinen. Diese Unterscheidung hat mit jener zuvor genannten, seit dem Altertum bekannten Einteilung nichts zu tun. Es wird einen tiefen Grund in der Gesamt Denkweise Bacons gehabt haben, daß er den Begriff der praktischen Philosophie nicht benutzt hat.

Die Kultur- und Philosophiehistoriker, welche über Bacons Ethik geschrieben haben, sind größtenteils geneigt, die relative Emanzipation der Ethik von der Religion, die sich in Bacons Lehre vollzogen hat, in den Vordergrund zu stellen. Wir wollen auch unsererseits hiermit beginnen.

Was Bacons Stellung zur Religion anlangt, so haben wir sie bereits in ihren deutlichen und einfachen Hauptlinien gezeichnet. Einige kleinere, illustrative Nebenausführungen fügen wir hier noch hinzu. „Es ist leichter,“ sagt Bacon²²³, „an die abenteuerlichsten Fabeln des Korans, des Talmuds und der Legenden zu glauben, als zu glauben, daß die Welt ohne Verstand gemacht sei. Darum hat Gott zur Widerlegung des Atheismus keine Wunder getan, weil zu diesem Zwecke seine gesetzmäßigen Naturwerke hinreichen.“ In der Enzyklopädie²²⁴ wird dann aber weiterhin der Gegensatz des Offenbarungswissens zu aller Philosophie ähnlich wie bei Tertullian ausgedrückt: „Je vernunftwidriger das göttliche Mysterium ist, um so mehr muß es zur Ehre Gottes geglaubt werden.“ Kuno Fischer betont hierbei folgende Unterschiede zwischen Bacon und dem alten Kirchenvater: Tertullian dürfte kein wesentliches Interesse an der Wissenschaft und

ihrer Reinheit und an dem Ruhme Gottes aus dem Kreise der wissenschaftlichen Erkenntnis heraus gehabt haben. Für Bacon dagegen diene die systematische Grenzlinie, die er zog, ebensowohl dem Interesse der Wissenschaft wie dem der Religion. Dieses Interesse an der Wissenschaft und ihrer Selbständigkeit traut Kuno Fischer dem Bacon sogar als das stärkere Herzensinteresse zu. Wie tief die Gläubigkeit in Bacon persönlich Wurzel gefaßt habe, darüber urteilt Kuno Fischer nicht²²⁵.

Kuno Fischer verfolgt weiter die politische Seite und die politisch-kulturgeschichtlichen Konsequenzen der Baconschen strengen Stellungnahme zugunsten der positiven Offenbarungsreligion und bewundert den politischen Takt, der hier Bacon geleitet zu haben scheint. Jede speziellere Auseinandersetzung mit der Religion, so meint Kuno Fischer, würde der Baconschen „Erneuerung der Wissenschaften“ im öffentlichen Leben geschadet haben. Ein Kampf um Dogmen wäre entbrannt, und das wäre in Bacons Augen ein Kampf um Worte gewesen, und das Methodische und Wissenschaftstheoretische, das Bacon seiner Zeit hat bringen wollen, wäre bei der leidenschaftlicheren und lebhafteren religiösen Debatte, die sich dann mit seinem Namen verknüpft hätte, in den Hintergrund getreten. „Statt die Wissenschaft zu vermehren, hätte Bacon die Religionsstreitigkeiten vermehrt und das wissenschaftliche Elend selbst mit einem neuen Beitrage bereichert.“

In dem Problem des Verhältnisses der Ethik zur Religion scheint Bacons Stellung nun eine ähnliche gewesen zu sein. Er hat trotz alles seines staatsmännischen Konservativismus zur Emanzipation der Ethik viel beigetragen.

Um Bacons Leistung auf moralischem Gebiet mit einem bestimmteren Ausdruck zu bezeichnen, stellt Dilthey sie unter den Begriff des Prinzips der Autonomie der Vernunft²²⁶. In demselben Maße, als zur Zeit Bacons „ein souveränes Bewußtsein der Autonomie des menschlichen Intellekts und seiner Macht entstand... wurde dieses schwunghafte Gefühl nun auch auf die Leitung der Angelegenheiten des menschlichen Lebens übertragen, und so entstand die Richtung auf eine autonome Moral“. Wortführer dieser Richtung und Gesinnung in jener Zeit waren sonst auch Telesio und Giordano Bruno, Montaigne und Bodin und Charron. „Langsam steigen diese neuen mächtigen Beweggründe neben den

kriegerischen und religiösen Affekten der feudalen Zeit auf und bemächtigen sich der Menschen. Von diesem neuen Standpunkt aus hat nun Bacon auch die Autonomie der moralischen Kraft und der sittlichen Erkenntnis zur Geltung gebracht.“

Daß das Altertum eine ähnliche Idee von autonomer Sittlichkeit gehabt hat, versteht sich von selbst. Nun lebt diese Idee für die moderne Menschheit von neuem auf. Dilthey weist enge und vielfache Beziehungen Bacons zu Stoischen Autoren nach. Wenn hierbei vom *lumen naturae* gesprochen wird, so ist es im gegenwärtigen Zusammenhange zwar weniger wichtig, wie weit dasselbe in religiösen Dingen uns zu führen vermag; aber daß es zur Erkenntnis des Sittlichen nach Bacon vollkommen hinreicht, das ist wichtig.

Mit der Idee einer Autonomie der Vernunft im Sittlichen soll nach Dilthey auch die Konsequenz bei Bacon zusammenhängen, daß er auf Anleitungen hinsichtlich des Weges zur Verwirklichung des moralischen Ideals dringt, indem er besonders über Mittel nachsinnt, die Affekte unter das natürliche Gesetz der Vernunft zu beugen. Hierhin rechnet Dilthey den Satz, daß ein Affekt nur durch einen anderen Affekt gebändigt werden kann²²⁷; Spinoza und Hume hätten diesen Satz von Bacon übernommen.

Schließlich gehört nach Dilthey auch noch der Begriff des sittlichen Naturgesetzes bei Bacon in jenen Gedankenkreis, für den Dilthey den Autonomiebegriff herangezogen hat. Das sittliche Naturgesetz wird bei Bacon auf einen Sozialtrieb zurückgeführt und dieser Sozialtrieb hat sich mit dem egoistischen Selbsterhaltungstrieb nach Bacons Meinung auszugleichen. Auch in dieser (wie schon in der soeben zuvor erwähnten) Hinsicht ist die Stoische Ethik der Baconschen vorangegangen.

Der Ausdruck „natürliches Sittengesetz“ bei Bacon wird von einigen Autoren betont und wertgeschätzt; sie stellen Bacon deshalb in Gegensatz zu einem Teil der späteren englischen Ethik, denn diese spätere Ethik ist zumeist mehr psychologisch analysierend vorgegangen. Andere meinen, und dieser Meinung möchte auch ich beipflichten²²⁸, daß schon Bacon innerlich mit jenen Späteren gleichgesinnt gewesen sei, und daß jener Stoisch-Ciceronianische Ausdruck nur als „ein veralteter Überrest aus einer entschwundenen Epoche“ bei Bacon stehengeblieben sei. Er wisse „mit dieser eigen-

tümlichen Mischung von Metaphysik und Psychologie offenbar nichts Rechtes anzufangen. Man möchte fast sagen, es sei nur das Gedächtnis, welches ihm diese Theorie eingab, nicht der Verstand“. In wenigen andeutenden Worten bekunde sich Bacons wahre Herzensmeinung, daß es hier auf den Gegensatz der Interessen des Gesamtwohls zu den Interessen des Einzelwohles ankomme. Am allerwenigsten hätte Bacon der späteren Konstruktion Vorschub geleistet, die auf das Wohl des Ganzen gerichteten Handlungen aus dem individuellen Interesse abzuleiten.

Die Verbindung zwischen den Ansprüchen der Religion auf das Gebiet des Ethischen einerseits und der Autonomie der Vernunft andererseits stellt Bacon nun folgendermaßen her: Das Gute, nach dem die Ethik zu fragen hat, ist nur ein Teil des Guten; es ist auf das diesseitige Menschenleben beschränkt²²⁹. Das höchste Gut im letzten Sinne liegt im Jenseits; über dieses habe die Religion und nicht die Philosophie zu sprechen.

In seinen Essays wirft Bacon die Frage auf, ob der Atheismus oder der Aberglaube der Sittlichkeit verderblicher sei, und er entscheidet sie zugunsten des Atheismus. „Es wäre besser, gar keinen Glauben an Gott zu hegen als einen solchen, der seiner unwürdig ist: das eine ist Unglaube, das andere Schimpf; denn wahrlich Aberglaube ist eine Erniedrigung der Gottheit. . . Gottesleugnung führt den Menschen dem Verstande, der Philosophie, der natürlichen Frömmigkeit, dem Recht, dem Ruhme zu, welche allesamt als Führer zu einem äußerlich sittlichen Wandel dienen mögen. . ., der Aberglaube aber bringt alle diese zum Schweigen und errichtet seine Alleinherrschaft im menschlichen Geiste. Deshalb sehen wir, daß die Gottesleugnung niemals Unruhen in Staaten zuwege gebracht hat; denn sie macht den Menschen auf sich selbst bedacht, weil er nun überhaupt nicht über sich hinaussieht; die zur Gottesleugnung neigenden Zeitalter, wie das des Kaisers Augustus, waren gebildete Zeitalter. Dagegen ist der Aberglaube die Ursache der Verwirrung vieler Reiche geworden. . . Der unverschleierte Aberglaube ist etwas Widerliches; denn wie es die Widerlichkeit eines Affen erhöht, daß er dem Menschen so ähnlich sieht, ebenso macht auch den Aberglauben die Ähnlichkeit mit der Religion um so widerlicher.“ Andreerseits aber: „Diejenigen, welche einen Gott leugnen, zerstören den Adel der Menschheit; denn

wahrlich, der Mensch ist durch seinen Leib den Tieren verwandt, und wenn er nicht durch seinen Geist Gott verwandt ist, so bleibt er ein gemeines und unedles Geschöpf. . . Nimm das Beispiel des Hundes und sieh, welcher Edelsinn und Mut ihn beseelt, wenn er vom Menschen gepflegt wird, der doch für ihn gleichsam die Stelle eines Gottes vertritt. Die Zuversicht auf das Dasein einer besseren Natur als seine eigene bewirkt diesen Edelsinn und Mut. So gewinnt auch der Mensch, wenn er sich der göttlichen Hilfe und Gnade anheimstellt, eine Stärke, deren die Menschennatur an sich nicht fähig wäre²³⁰."

Nach der Erledigung dieser kulturhistorisch wichtigen Hauptfrage über die Stellung der Ethik zur Religion bei Bacon wenden wir uns nun der inneren Ordnung und Einteilung zu, die er den Fragen der Ethik in seiner Enzyklopädie gegeben hat. Die Ethik hat nach ihm zwei Disziplinen; es gehört ihr erstens die Wissenschaft vom Guten, zweitens aber eine *georgica animi*, eine Landwirtschaftslehre also der Seele, d. h. eine technische Lehre von ihrer Bearbeitung und Pflege, an. Die erste dieser beiden Disziplinen könnte es mit zwei verschiedenen Begriffen zu tun haben, nämlich mit dem Begriff eines absolut Guten und auch mit dem eines nur relativ Guten, welcher letzterer Begriff auf irdisch-menschliche Verhältnisse sich einschränkt. Wir haben bereits gesehen, daß die Frage nach der wahren Glückseligkeit der Religion überlassen bleiben soll, so daß also die philosophische Ethik es nur mit dem Gegenstande des relativ Guten zu tun hat.

Das Christentum, sagt Bacon, habe den endlosen Spekulationen der Heiden über das höchste Gut ein Ende gemacht. Doch auch wenn Bacon auf diejenigen moralphilosophischen Schriften der Alten blickt, die, wie er sagt, mit mehr Wahrheit und Bescheidenheit geschrieben seien und lebensvolle Bilder der Tugenden und Pflichten bieten, so findet er, daß in ihnen eine wenig glückliche Methode eingeschlagen sei. „Wenn man mehr die Sachen selbst als die Prinzipien der Moral studiert hätte, so hätten diese Lehren mehr Genauigkeit und Tiefe erhalten können²³¹." Hier hat nun Bacon zunächst noch nicht seinen Plan einer *georgica* der Seele im Auge, sondern einen Versuch zu einer naturphilosophisch-metaphysischen Deduktion des Sittengesetzes. Bacon selbst will in dieser Richtung uns etwas darbieten,

wovon er sich das Erwachen neuer Kräfte in der Wissenschaft vom Guten verspricht. Indem nämlich das individuelle Wohl und das Wohl der Gemeinschaft einander entgegengestellt werden, wird befunden, daß das letztere das Vornehmere und Gewaltigere sei. In naturphilosophisch-metaphysischer Allgemeinheit sagt uns Bacon, daß es in jedem Dinge zwei eingeborene natürliche Bestrebungen gebe; der einen Bestrebung zufolge möchte jedes Ding selbst ein Ganzes sein; der andern Bestrebung zufolge wünscht es ein Teil eines größeren Ganzen zu werden. So strebe das Ankereisen zum Magneten, um eine eigene partikuläre Ganzheit herzustellen; aber mit größerer Gewalt noch strebe es zur Erde, zu der es gehört; denn die Erde ist die Gemeinschaft aller massigen Körper. Die Erhaltung der allgemeinsten Formen habe Gewalt über die weniger allgemeinen Tendenzen. Dieser Vorrang entfalte sich am deutlichsten in der Menschenwelt.

Hiermit ist nun für Bacon ein fester Boden für die Beantwortung vieler prinzipieller Fragen der Moralphilosophie gewonnen. So sollen wir uns zum Beispiel gegen Aristoteles in der Frage entscheiden, ob das kontemplative, reintheoretische Leben und Verhalten einen Vorzug vor dem tätigen Leben verdiene, „denn alle Gründe, welche er zugunsten des kontemplativen Lebens anführt, fallen nur zugunsten des Privatwohls ins Gewicht und ziehen nur die Lust und die Würde des Individuums in Betracht, und in dieser Hinsicht kommt in der Tat dem kontemplativen Leben die Palme zu“. Auch die Aufstellungen der Kyrenaiker und Epikureer und auch das Moralprinzip der Skeptiker haben nun vom Standpunkt Bacons aus als erledigt zu gelten, weil sie sich alle nur darauf richten, den Seelen ihre Ruhe und ihr Privatglück zu verschaffen, aber nicht für das Wohl der Gemeinschaft zu sorgen. Auch der Philosophie des Epiktet wird widersprochen, weil sie sich auf den Satz stütze: „daß es nötig sei, das Glück in Dingen zu suchen, die nicht von dem Willen anderer Menschen abhängig sind, damit man nicht von den Launen des Zufalls abhängt: — als ob man nicht hundertmal glücklicher wäre, wenn man von edlen Absichten und Zwecken erfüllt ist, die dem Nutzen der Allgemeinheit dienen sollen, hundertmal glücklicher, selbst wenn der Versuch fehlschläge und man in seinen guten Absichten Enttäuschungen erlebte, als wenn man beständig

erfolgreich in allem dem wäre, was sich nur auf unsere private Bereicherung bezöge²³²“.

Auch tadelt Bacon in diesem Zusammenhange noch das Folgende: Zur Zeit des Epiktet habe man angefangen, dem Problem und der Gefahr der Leidenschaft eine etwas hypochondrische Wendung zu geben. (Das Wort hypochondrisch gebraucht Bacon freilich nicht; er verweist auf das Beispiel des von Aristoteles geschilderten Herodikos.) Zur Zeit des Epiktet habe man nämlich angefangen, anstatt die Leidenschaften zu unterdrücken und auszurotten, mit Sorgfalt alle Anlässe zu vermeiden, die sie erregen könnten. „Wenn es aber den Menschen am Herzen läge, ihre Pflichten gegen die Gesellschaft zu erfüllen, so würde eine andere Art von seelischer Gesundheit ihnen wünschenswert erscheinen, nämlich eine solche, welche sie in den Stand setze, alle Schicksalswendungen zu ertragen und alle Arten von Stößen auszuhalten.“ Verwandt mit diesem Gedanken Bacons ist folgende charakteristische Bemerkung über die Standhaftigkeit der Tugend; er wünscht nicht eine exzessive Empfindsamkeit, nicht jene Intaktheit und Unverletzlichkeit, nach der einige der am höchsten verehrten Philosophen gestrebt hätten, sondern er bringt ein Wort eines Generals Gonsalvo von Cordova in Erinnerung, der in Italien Krieg führte und zu seinen Soldaten sagte: „Ich will, daß die Ehre eines Soldaten sich wie eine feste und widerstandsfähige Leinwand verhalte und nicht wie ein zarter Stoff, den ein Nichts durchlöchern oder aufreißen könnte.“

Man darf nicht sagen, daß Bacon lediglich im Wohle der Gesamtheit den Sinn und Inhalt des Ethischen erblickt hätte; er gibt nur den hierauf gerichteten menschlichen Bestrebungen den Vorrang. Aber auch das individuelle Wohl ist ihm ein Gegenstand berechtigten und natürlichen Strebens, und so gehört auch dieses in die Ethik.

Das Einzelwohl hat drei Teile oder Ziele; das Individuum strebt, sich zu erhalten, strebt, sich zu vervollkommen, und drittens, sich zu vervielfachen oder fortzupflanzen. Dieses dritte Ziel wird in sehr breitem Sinne von Bacon verstanden; alle nach außen wirkende Tätigkeit, zum Beispiel die Handlungen des Ehrgeizes, werden hierhin gerechnet. Daher heißt dieser letzte dritte Zweck des individuellen Guten bei Bacon auch das *bonum activum*, im Gegensatz zu den beiden

anderen Zwecken, die zusammen das *bonum passivum* heißen. Das aktive Verhalten, das nach außen drängt, gilt ihm als wertvoller als das „passive“ Streben nach Selbsterhaltung und Selbstvervollkommnung.

Es ist lehrreich, diese Nuance in der Baconschen Ethik mit den Auffassungen und Lehren des Spinoza zu vergleichen. Die Neigung, Aktives und Passives am Menschen zu unterscheiden, lag damals in der Zeit. Spinoza wendet sie auf die Affekte an; die sogenannten aktiven Affekte betrachtet er als die wertvolleren. Hinsichtlich der Ziele des menschlichen Wollens und Begehrens aber wählt Spinoza die Formel: „sein Sein erhalten“ (*suum Esse conservare*). Bei Bacon klingt es anders; hier ist Bacon bei weitem aktiver; er will, daß der Mensch willensmäßig aus sich und über sich hinausdringt.

Zum Teil kann das aktive, nach außen dringende Verhalten zu den individuellen Lebenszwecken gehören; es gilt Bacon dann das aktive Verhalten als ein höherer Grad der Selbstbefriedigung; es sei aber auch schon innerhalb eines solchen Kreises der Selbstbefriedigung etwas Höheres, sich in Werken zu betätigen als in Genüssen. Von dieser (egoistischen) Seite des schöpferischen Tuns, sei aber dasjenige Moment wohl zu unterscheiden, das ihm eine höhere Weihe und einen höheren Sinn gibt, nämlich der Wille zur Wirksamkeit für das allgemeine Beste. Denn es könne ja auch vorkommen, daß jemand aus Tatendurst dem Gemeinwohl entgegenhandle, wie es aus Ehrgeiz gelegentlich geschehe, jener „*gigantea animi conditio*“²³³.

Um beide Zwecke richtig zusammenzufassen, das berechtigte Streben nach eigener Wohlfahrt und die Unterordnung dieses Strebens unter den Dienst des Gemeinwohls, dazu ist eine gewisse Charakterbildung nötig, die den Menschen zur Erfüllung seiner Zwecke und Aufgaben geeignet macht. Diese Charakterbildung hat auch Aristoteles lehren wollen, aber Bacon hofft, sie besser lehren zu können. Hiermit gelangen wir in die zweite ethische Disziplin, in die *georgica* der Seele. Solange man es nicht verstehe, Sitten und sittliche Charaktere zu bilden, bleibe die Lehre vom Guten eine Bildsäule ohne Leben²³⁴. Es ist dies ein ganz verständiger Übergang zu mehr pädagogisch-formalen Bildungs- und Charakteridealen, den Bacon hier vollzieht, nachdem er, wie wir gesehen haben, von einer etwas schematisch-äußerlichen,

aber nicht unverständigen Inhaltsbestimmung des Guten ausgegangen ist.

Eine Moral aufstellen zu wollen, die aus allgemeinen Regeln bestände, scheint Bacon sowohl im privaten wie im gesellschaftlichen Sinne als ungenügend und unzweckmäßig. Durch beredte Ankündigung dessen, was gut sei, können wir die Menschen nicht moralisch machen; man muß ihnen den Weg dazu zeigen, und für jeden einzelnen ist dieser Weg ein anderer. Es gebe in der Ethik so wenig wie in der Medizin ein Allheilmittel. Der Landmann prüft die mannigfachen Beschaffenheiten des Bodens, auf dem er säen will, und so muß der Ethiker die individuellen Gemütsbeschaffenheiten der Menschen studieren. Sehr wesentlich sind bei diesem Studium die Affekte; neben ihnen nennt Bacon die „Charaktere“, worunter hier vorherrschende Willensrichtungen, Aktions- und Reaktionsgewohnheiten zu verstehen sind. Charaktere und Affekte, sagt er, verhalten sich zur Seele wie der Sturm zum Meer. Kennt der Ethiker diese Verhältnisse und diese Kräfte, so kann er sie benutzen, um die richtigen Mittel zu finden, durch die eine Seele gebildet werden kann.

Gesundheit der Seele ist eine summarische Bedingung für gutes Handeln; über ihre Sicherung hat die Ethik nachzudenken. Wie bei der Gesundheitslehre des Körpers, so gibt es auch hier zwei Hauptaufgaben: die Gesundheit der Seele vor Störungen zu bewahren und die gestörte wiederherzustellen.

Wie es ferner bei der Gesundheitslehre des Körpers drei Kapitel gebe, erstens die Erforschung der Anlagen und ihrer charakteristischen Differenzen, zweitens die Erforschung der Krankheiten und drittens die der Heilmittel, so sei es auch bei der Seele. Zwar nur das dritte dieser Gebiete befindet sich in der Gewalt unseres Handelns. Aber die sorgfältige und tiefe Kenntnis der ersten beiden Gebiete muß der Wissenschaft des dritten zur Grundlage dienen.

Die Affekte müssen gezähmt werden. Solche Zählung der Affekte kann durch die Benutzung von Anlagen erzielt werden, die von selbst schon in der Natur des Individuums liegen; sie kann aber auch durch gesellige Einflüsse und durch die intellektuelle Erziehung gefördert werden. Eine herrschende Leidenschaft läßt sich in der Regel nicht mit rascher Gewalt ausrotten, aber sie läßt sich mildern und

allmählich zum Verschwinden bringen, wenn man es versteht, ihr andere Neigungen des Individuums entgegenzustellen und diese mit allen Mitteln zu fördern. Man strebe, auf diese Weise ein Gleichgewicht der Affekte herzustellen; das sei die dem Menschen günstigste Disposition. Nur so, wie einen krummen Stab, den man vorsichtig und allmählich biegt, kann man menschliche Seelen gerademachen.

Als Mittel, auf den Willen und auf die Phantasie einzuwirken, werden von Bacon aufgezählt: Gewohnheit, Übung, Umgang, Nachahmung, Erziehung, Ehrgeiz, Lob, Tadel, Ermahnung, öffentliches Ansehen, Gesetze, Bücher und Studien.

Von dem Studium der Affekte und Charaktere macht sich Bacon ein lebensvolles praktisches Bild, ein schwer erfüllbares Ideal freilich. Er knüpft zunächst an Aristoteles an, sofern derselbe in seiner Rhetorik viel Scharfsinniges über die Art und Erregung der Affekte gesagt habe. Doch das genügt ihm nicht. Ebensowenig genügen ihm die Definitionen der Stoiker. Man müsse vielmehr von neuem auf Grund der Beobachtung des Lebens schildern, wie die Affekte wachsen, wie sie erregt, gesteigert, gemäßigt und bemeistert werden. Einstweilen aber, ehe die Wissenschaft hierin Vollkommenes geleistet hat, verweist Bacon hinsichtlich des Tatsachenmaterials für diese Fragen am meisten auf die Darstellungen der Geschichtschreiber und Dichter. Besonders zu den dramatischen Dichtern solle man in die Lehre gehen. Auch Memoirenwerke, Briefe, Berichte von Gesandten sollen als Quellen der Charakterkunde der Ethik gute Dienste leisten können.

Die Aufgabe der individuellen Moral und Menschenberatung sei schwerer zu lösen als die der Politik, wie es schwerer sei, ein einzelnes Schaf als eine ganze Herde zu führen²⁹⁵. Doch sei es dabei freilich ein wichtiger Unterschied, daß die Moral sich um die Entwicklung der inneren Güte bemühe, während die *scientia civilis* sich mit mehr äußeren Werten und Erfolgen begnüge; für das Bestehen der Gesellschaft genüge das letztere. Es könne daher auch vorkommen, daß die Staatsverhältnisse gute sind, während gleichzeitig die Moral einer Epoche eine schlechte ist.

Schwierigkeiten einer solchen *scientia civilis* gibt es allerdings auch; sie liegen, sagt er, in einer gewissen Verwickeltheit der wirklichen Dinge und Verhältnisse auf diesem Gebiet, und dann vor allem darin, daß ein Schleier über ihnen

notwendig liegen bleiben muß. Die Staatskunst gestattet die offene Behandlung der hierher gehörigen Dinge nicht.

Die Betrachtungen, welche Bacon nichtsdestoweniger diesem Gebiet widmet, gliedert er unter drei Hauptpunkte: 1. muß es eine Lehre vom geselligen Umgang geben, 2. eine Lehre vom Geschäftsverkehr und der gegenseitigen Förderung der Menschen, und 3. gibt es eine Lehre von der öffentlichen Gerechtigkeit in der Hand der Regierung.

Betreffs der Konversation (zu Punkt 1) ist zu sagen, daß man sie sicherlich nicht mit Ziererei betreiben sollte, aber noch weniger mit Nachlässigkeit; denn eine Klugheit, welche die Konversation zu lenken versteht, kündigt eine gewisse Würde des Charakters an und erweitert unsere Möglichkeiten sowohl in privaten als in öffentlichen Angelegenheiten.

Wahre Bildung einerseits und Geschicklichkeit in Geschäften und Handeln andererseits (dies gehört zu Punkt 2) findet man selten vereint²⁹⁶. Die Gelehrten betrachten die Geschicklichkeit solcher Künste beinahe mit Verachtung. Es sollte Bücher geben, die in der Art des Betragens und Auftretens als Führer dienen könnten. Wenn wir über diesen Gegenstand Bücher besäßen, meint Bacon, so zweifle er nicht, daß die Gelehrten mit Hilfe dieser Bücher und nur wenig eigenen Erfahrungen den Sieg über die unliterarischen Menschen davontragen würden, selbst wenn diese durch lange Erfahrungen geschult seien.

Einiges von dem, was Bacon selbst über die Kunst der privaten Lebensführung zu sagen weiß, wollen wir wiedergeben; es sind auch dies Dinge, die zu Punkt 2 gehören sollen. Das Glück, so lehrt er, soll man nicht als blinde Schicksalsgunst erwarten; man soll nicht der zudringliche Freier desselben sein, sondern man soll es sich selbst schmieden; es ist dann die Frucht hartnäckiger Arbeit. Hierzu gehört aber als wesentlichste Bedingung die Menschenkenntnis, eine richtige und unverblendete Schätzung sowohl seiner selbst als der Menschen, mit denen man lebt. Zur tieferen Beobachtung der Charaktere müsse man die Absichten der Menschen zu erraten suchen. Man täusche sich hierin leicht, und man müsse sich vor allem hüten, die Absichten der Mitmenschen als sehr großartig und hoch einzuschätzen. Wir unterliegen hierin gewöhnlich einem analogen Irrtum wie bei der Einschätzung des pekuniären Ver-

mögens, das wir anderen zutrauen. Da man darauf angewiesen ist, auch Urteile dritter Personen zu hören, so muß man sich über die Gesetze der Entstehung eines Leumundes Rechenschaft geben.

Ebenso wichtig wie die Beurteilung der Mitmenschen ist für den Schmied seines Glückes die Einschätzung, die er sich selbst zuteil werden läßt. Von der Selbsteinschätzung wird die richtige Wahl der Lebensart, des Berufs, das Geltendmachen des eigenen Werts auf dem dafür richtigen Gebiet, der Eintritt in einen erfolgreichen Wettbewerb abhängen. Sehr bemerkenswert ist eine besondere Zuspitzung und Hervorhebung, die Bacon diesem Gedanken gibt. Diese Selbsteinschätzung, sagt er, hat im Zusammenhange mit der Zeit zu erfolgen, in der man lebt. Die Selbsteinschätzung hat nicht nach Sokratischen allgemeinen Kategorien zu erfolgen. Sie hat auch nicht in der Bespiegelung individueller Absonderlichkeiten zu bestehen. Sondern sie soll eine Selbsterkenntnis im Spiegel des eigenen Zeitalters sein. „Wer über die Zeit, in der er lebt, im dunkeln bleibt oder sich Trugbildern hingibt, verkennt sich selbst und vergreift sich von vornherein in seinen Zielen“, so faßt es Kuno Fischer zusammen²³⁷.

Aus Bacons Bemerkungen zur eigentlichen Staatskunst sei folgendes erwähnt: Die Funktionen des Staats sollen jener Dreiteilung entsprechen, die wir auch als die Lebensziele des Individuums kennengelernt haben, soweit der Mensch als Individuum für sich selber lebt. Der Staat strebt nämlich, wie jedes lebendige Wesen, nach Erhaltung seines Daseins, Entfaltung seiner Kräfte nach innen und Erweiterung seiner Grenzen nach außen²³⁸.

Für den dritten Staatszweck interessiert sich Bacon besonders. Indem er die Frage aufwirft, wie man ein Reich vergrößern könne, stellt er sich das Beispiel der Römer und die Lehren Machiavellis vor Augen. Aber er schreibt im Grunde seines Herzens nur für England und dessen politischen Expansionssehrgiz. Bereitschaft zur Kriegführung scheint ihm wichtig. Der innere Krieg freilich sei zu vermeiden, er gleiche der Fieberhitze. Der auswärtige Krieg dagegen gleiche der Wärme, die aus der Bewegung hervorgeht und selbst wieder der Gesundheit dienlich ist. „Um den Gipfel der Herrschaft zu erreichen, ist heutzutage und zumal in Europa die Seemacht, die jetzt unserem Großbritannien

zuteil geworden ist, von der größten Bedeutung, einmal, weil die meisten Reiche Europas nicht binnenländisch, sondern zum größten Teil vom Meer umgeben sind, und dann weil die Schätze und Reichtümer beider Indien derjenigen Macht zufallen, die das Meer beherrscht²²⁹."

Seine Ansicht über Kriegs- und Friedenspolitik der Staaten möge man aus folgenden Zitaten entnehmen, die ich mit einigen Auslassungen folgendermaßen aneinanderfüge. Sie sind den Essays oder Sermones fideles entnommen, und zwar einer kurzen Ausführung zu dem Thema „Von der Herrschaft“ (Nr. XIX). „Das ist wahr,“ heißt es dort, „daß die Weisheit der ganzen jüngeren Zeit in den Angelegenheiten der Fürsten weit eher auf schlaue Entrinnung und Ausweichung vor drohenden Gefahren gerichtet war als auf ein gediegenes und gründliches Verfahren, sie abzuwehren. Allein das heißt nur, das Schicksal versuchen, und man möge sich hüten, Stoff zu Trübsalen zu vernachlässigen und reifen zu lassen. Denn niemand kann dem Funken gebieten, noch sagen, woher er kommen mag... Was die Nachbarn der Könige anbetrifft... , so gibt es hier nur eine einzige Regel, welche sich stets bewährt, nämlich, daß die Fürsten gehörig acht geben müssen, daß keiner ihrer Nachbarn so mächtig wird, daß er dadurch mehr, als er es früher vermochte, in die Lage kommt, ihnen schaden zu können. Diese gefährliche Situation könnte durch Vergrößerung des Gebiets des Nachbarn oder dadurch eintreten, daß er den Handel an sich reißt oder in Anmaßungen sich ergeht und dergleichen. Es ist gewöhnlich die Pflicht ständiger Räte der Krone, solches vorherzusehen und zu verhindern... Auch darf man jener Ansicht der Schulgelehrten nicht beipflichten, wonach kein Krieg gerechterweise angefangen werden könne anders als auf eine vorangegangene Beleidigung und Herausforderung hin; denn es unterliegt keinem Zweifel, daß eine begründete Furcht vor augenscheinlicher Gefahr ein rechtschaffener Grund zum Kriege ist.“

Bacon findet, daß auf dem Gebiete der Politik zuviel von den Tugenden und Pflichten und zuwenig von den Lastern geredet worden sei. Es gibt Menschen, welche gerade auf den verborgenen Pfaden des Staatslebens in Schlangengewindungen alle Moral zu umgehen wissen und aus der Täuschung eine gefährliche Kunst machen. Man müsse diese *malae artes* kennen lernen, um ihr Gift zu vermeiden und

ihre Klugheit sich anzueignen. Dann werde das Wort erfüllt: „Seid klug wie die Schlangen und ohne Falsch wie die Tauben“. Die verderblichen und mannigfaltigen Künste der Täuschung bilden eine Gefahr, der man nur entgeht, wenn man ihr scharf ins Gesicht sieht. Der Basilisk tötet entweder durch seinen Blick, oder er wird durch den Blick des Menschen getötet; alles kommt darauf an, wer den andern zuerst erkennt; trifft uns zuerst der Blick des Basilisken, so sind wir verloren, umgekehrt töten wir ihn. Machiavelli habe recht getan, in seinem Buch vom Fürsten diesen Basilisken so vollkommen zu beschreiben²⁴⁰.

Unter den Schriften Bacons, die das moralisch-politische Gebiet betreffen, verdienen zum Schluß eine kurze besondere Erwähnung an dieser Stelle noch jene beiden, die einen freieren literarischen Charakter haben, nämlich die sogenannten Essays und die Nova Atlantis. Die Essays sind noch heute dasjenige Buch Bacons, das am angenehmsten zu lesen ist. Die Nova Atlantis ist nur sehr kurz, ein Fragment von etwa zwei bis drei Druckbogen, zwar in Romanform, aber ohne großen Reiz.

Die Anregung zu den Essays und zu der Wahl dieses Titels hat Bacon wahrscheinlich von Montaigne erhalten. Montaignes Essays erschienen 1580, Bacons 1597. Montaigne wird in den Baconschen Essays lobend erwähnt. Montaigne leitet sein Buch mit den Worten ein: „*c'est ici un livre de bonne foy, lecteur*“. Aus diesen Worten des Montaigne läßt sich vielleicht die Überschrift herleiten, die Bacon später der lateinischen Übersetzung seiner Essays gegeben hat, nämlich „*Sermones fideles*“. Man könnte diese Überschrift übersetzen durch „*Treugemeinte Darlegungen*“.

Im Inhalt weichen beide Bücher, das Montaignes und das Bacons, durchaus voneinander ab. Auch im Stile hat sich Bacon an Montaigne nicht angelehnt. Eher könnte man in dieser Hinsicht sich an Seneca und dessen „*Briefe an Lucilius*“ erinnern; Bacon selbst hat dieses Werk des Altertums als einen Vorgänger seiner Essays bezeichnet.

Der ungenannte Autor eines Artikels im „*Archiv für das Studium der neueren Sprachen und Literaturen*“, an den wir uns hier anlehnen²⁴¹, faßt sein Urteil ganz treffend dahin zusammen, daß weder Montaigne noch Bacon in das tiefere Wesen der Dinge eingedrungen sind noch einzudringen ernstlich bestrebt waren, wofern man nicht etwa bei

Bacon die Schlaubeiten und Schlechtigkeiten, mit denen er zu rechnen versteht, als Einsicht in das tiefere Wesen der Dinge gelten lassen will. Bacon gibt Lehren für jemand, der durchs Leben kommen will — dazu noch besondere Lehren für Könige und Diplomaten —, alles Lehren für Leute jedenfalls, die zwar nach redlichen Mitteln suchen, aber die im Notfalle auch zu unredlichen Mitteln greifen, wofern sie davon keinen Schaden zu befürchten brauchen. Ein großer Scharfblick für Menschen und Verhältnisse verleugnet sich nirgends.

Wir nennen, um dem Leser eine Idee von den Stoffkreisen dieses Buches zu geben, die Überschriften einiger seiner Kapitel. Sie lauten: Von der Wahrheit, vom Tode, von der Dreistigkeit, vom Reisen, von der Schlaubeit, von Weisungen, von Gärten, vom Zorne u. dgl.

Nova Atlantis ist der Titel des anderen kleinen Buches, das wir erwähnten²⁴². Nova Atlantis ist eine Insel, die in fernen Ozeanen liegen soll und auf der ein Volk in vorbildlichen Verhältnissen lebt. Die Schilderungen, die Bacon hierüber gibt, beziehen sich leider größtenteils nur auf die hohe Entwicklung der Technik, die dort herrschen soll. Es gibt dort eine Gesellschaft des „Hauses Salomonis“, eine Gelehrtengruppe, welche in freier Weise ihr Leben dem Studium der Natur und der Verwertung dieser Wissenschaft in Erfindungen widmet. Die Zeichnung dieser Gesellschaft sollte eine Lockung und ein Vorbild für die Gründung einer wissenschaftlichen Akademie in England sein, wie es uns der Sekretär Bacons, der dies Fragment publizierte, ausdrücklich sagt. In der Tat steht die schon früher erwähnte Gründung der Royal Society mit dieser Romanidee in einem gewissen Zusammenhang. Jene Gesellschaft des „Hauses Salomonis“ im Roman führt auch den Namen des „Kollegiums der Werke der sechs Schöpfungstage“. Bacon hatte zugleich den Plan gehabt, das Ideal einer Staatsverfassung zu zeichnen; dies ist jedoch nicht zur Ausführung gekommen. Bemerkenswert ist, daß dieser kleine Idealstaat des kleinen Romans als ein geschlossener Handelsstaat dargestellt wird, so daß man ihn einen entfernten Vorläufer des Fichteschen „geschlossenen Handelsstaates“ nennen könnte. Das glückliche Volk, das dort leben soll, unterhält keinen Handel mit anderen Völkern, sondern soll nur alle zwölf Jahre inkognito Spionagerreisen zu den fremden Völkern ausrüsten, um ihnen alle dort etwa gemachten Fortschritte und Erfindungen abzulisten.

II. TEIL.

DIE NEUE NATURPHILOSOPHIE

I. DAS RINGEN DER PHILOSOPHIE MIT DER TATSACHE DER MODERNEN NATURWISSENSCHAFT

Der Inhalt der neueren und neuesten Philosophiegeschichte, von der Renaissance bis zur Gegenwart, läßt sich, zum Teil wenigstens, als das Ringen der Philosophie mit der Tatsache der modernen Naturwissenschaft auffassen. Im Anfang hat es sich zumeist um die Frage gehandelt: Wie kann die Philosophie der entstehenden modernen Naturwissenschaft helfen? Heute fragt man zurückblickend: Welches Verdienst hat die Philosophie an der Geburt dieses neuen wissenschaftlichen Geistes? Aber schon sehr früh macht sich daneben das tiefere Motiv und die tiefere philosophische Sorge geltend: Droht dies Ungeheuer, die moderne Naturwissenschaft, nicht, uns philosophisch zu verschlingen? Zwar ist jede wissenschaftliche Erkenntnis als solche willkommen. Aber wenn sich aus der Arbeit an gewissen Einzelfragen der empirischen Tatsachen eine Gesamtansicht über die Welt und die Stellung des Menschen in ihr und zuletzt wohl auch über sein geistiges Leben ergeben sollte, so kann uns das zur Besinnung und Abwehr dagegen veranlassen, daß die exakte moderne Naturwissenschaft selbst zur Philosophie werden wollen und dann alle andere Philosophie unmöglich machen könnte. Es war nicht nur die Furcht, aus dem Besitz alter Ansprüche verdrängt zu werden, was sich hiergegen sträubte. Es war das Gefühl, daß eine innere Unwahrheit in einem so extravaganten Anspruche enthalten sein würde; ich meine den extravaganten Anspruch, den vielleicht einige im Namen der exakten Galilei-Newtonschen Naturwissenschaft wirklich erhoben haben: daß es fortan keine anderen Grundlagen der Erkenntnis als die der exakten Naturwissenschaft geben dürfe. Diese Gefahr und Bedrohung stand vor der

Tür. Und mit dieser Bedrohung sich auseinanderzusetzen, wurde, wie wir sagten, zu einem Hauptinhalt der gesamten neueren Philosophie.

Einerseits also galt es, das Berechtigte in jenen modernen Methoden anzuerkennen und es sogar überallhin zu übertragen, wohin es sich mit irgendwelchem Nutzen übertragen ließ. Andererseits galt es, sich zu fragen, ob es nicht philosophische Ergänzungen geben müsse, die zu jenen modernen Ansichten und Denkmitteln hinzutreten hätten. Es ist leicht, diese Tendenz bei Descartes, Kant, Schelling und selbst bei Hume und Comte nachzuweisen.

Was die weiter zurückliegende Frage anbelangt, ob die Philosophie die moderne Naturwissenschaft selbst hervorgebracht habe, so möchte ich hierin einen ablehnenden oder wenigstens zurückhaltenden Standpunkt einnehmen. Es läge zwar eine schöne und tiefe Idee darin, wenn man die Philosophie als die Gesamtheit des geistigen Lebens der Menschheit auffassen wollte, wie es in der Nachfolge Hegels lange Zeiten hindurch geschehen ist. Dann pflegte man, wie Windelband es tat, auf den Neuplatonismus und Neupythagoräismus der Renaissance hinzuweisen und zu erklären, daß aus diesen spekulativen Quellen die moderne Würdigung des Mathematischen in der Natur entsprungen sei. Und so scheint es dann solchen Historikern der Philosophie, als ob die Philosophie selbst im Verlaufe ihrer innerlich determinierten Entwicklung eben in jenem Zeitalter die Naturwissenschaft habe hervorbringen müssen. Ich glaube, daß man diesen Zusammenhängen nicht das Hauptgewicht beimessen darf. Ohne zu leugnen, daß die Geburt der modernen Naturwissenschaft auch von den allgemeinen Umständen des Zeitgeistes abhängig war, so erblicke ich die Grundlinie der diesbezüglichen Kausalitäten doch mehr in der inneren Entwicklung der Mathematik und des technisch-experimentellen Geistes selbst.

Die angeschnittene Frage ist keineswegs ganz einfach. Es genügt nicht, die Fortschritte der experimentellen Arbeitsweise in ihrer Richtung allein zu verfolgen, um dann zu behaupten, daß auf einen Erfolg weitere andere hätten folgen müssen. Hätte der geistige Höhenflug in der europäischen Menschheit versagt, so hätten keine weiteren Fortschritte zu kommen brauchen. Wir haben das Beispiel hierfür in dem letzten Jahrtausend der chinesischen Geistesgeschichte. Es

handelt sich also für den tieferen Beurteiler der weltgeschichtlichen Entwicklung um ein feines Abwägen des Gewichtes der Ursachen. Unentbehrlich war auch in jenem Moment der weltgeschichtlichen Wende der Renaissance immer noch die Existenz der gesamten griechischen Philosophie, nicht zum wenigsten die Existenz der Aristotelischen Logik; denn diese Existenzen verbürgten das Vorhandensein jenes geistigen Höhentriebes in der Menschheit, aus dem überhaupt die Geburt einer neuen Wissenschaft möglich ist. Auch bei der Geburt der modernen Wissenschaft ist also eine Kausallinie von der antiken Philosophie her für den Ideenflug und die wissenschaftlichen Zielsetzungen der europäischen Menschheit anzunehmen. Nur eben, daß die moderne Naturwissenschaft in ihrer wesentlichen Eigenart und in ihrem zeitbedingten Auftreten ein Produkt der Philosophie gewesen sei, das möchte ich bestreiten.

Wir haben wohl in dieser Frage ganz schlicht mit der Existenz zweier Linien nebeneinander zu rechnen, nämlich mit der Linie der philosophischen Entwicklung und mit der Linie einer naturwissenschaftlich-mathematischen Wissenschaftsentwicklung, welche letztere im Altertum auf Archimedes, Euklid, Ptolemäus und im Mittelalter auf die Alchemisten zurückgeht und in der Übergangszeit in der Erfindung des Schießpulvers, des Kompasses, der Brillengläser einen mächtigen Ausdruck gefunden hat.

Die Fragen: Was ist denn eigentlich der Geist der modernen Naturwissenschaft? Worin liegt das Entscheidende, Neue? Kann man das Prinzip ihrer Methodik formulieren und deren Gegensatz zu den älteren Methoden deutlich hervortreten lassen? — diese Fragen sind heute noch nicht vollkommen geklärt. Man findet mannigfache Charakterzüge in dem modernen Betrieb der Naturwissenschaft, die um die Ehre streiten, die Basis des Ganzen zu sein.

Es wird nun zunächst unsere Aufgabe sein, die Geschichte der Entstehung der modernen Naturwissenschaft an unserem geistigen Auge vorüberziehen zu lassen. Was wir soeben einleitend gesagt haben, betrifft nur die großen philosophischen Gesichtspunkte, aus denen die Historie der entstehenden Naturwissenschaft letzten Endes für unsere Zwecke betrachtet und bewertet werden muß. Diese im voraus hervorzuheben, schien uns wichtig.

II. DIE ERSTEN AUFGABEN DER CHEMIE

Um uns das nötige Material zur Beantwortung der aufgeworfenen allgemeinen Fragen zu verschaffen, beginnen wir zunächst mit einigen Darstellungen aus der Geschichte der Chemie.

Gleich zu Anfang stellen wir fest, daß atomistische Anschauungen auf die chemische Wissenschaft in ihren Anfängen fast keinen Einfluß geübt haben. Ebensowenig ist in der entstehenden modernen Physik die Demokritische Weltansicht von entscheidender Bedeutung gewesen. Zwar im letzten Jahrhundert und in der Gegenwart hat der Atomismus eine außerordentliche Geltung gewonnen; er konnte mit den beobachteten und erschlossenen Tatsachen in die genaueste Beziehung gebracht, sozusagen durch sie verifiziert werden. Das war aber im Anfange, im Zeitalter der Entstehung der modernen Wissenschaft, nicht der Fall; und wenn man in der Geschichtschreibung der Philosophie gern auf die Wiederbelebung der Ideen des Demokritos und Lukrez um 1600 hinweist, so trifft man damit nur insofern etwas Richtiges, als man auf einen kleinen mitwirkenden Bestandteil in den allgemeinen intellektuellen Stimmungen jener Zeit hinweist, nicht aber insofern, als wären die wirklichen Einzelleistungen in den damaligen Naturwissenschaften von jenem antiken Atomismus direkt abhängig gewesen.

Aus welchen Voraussetzungen sonst ist denn nun die moderne Chemie als Wissenschaft entstanden?

Man kann in gewissem Sinne sagen, daß die Chemie in ihren Anfängen, in denen man sie Alchemie nennt, nicht minder als die moderne Physik auf einer apriorischen Voraussetzung beruht hat, also nicht auf bloßes blindes Tappen und Experimentieren hinauslief. Diese Voraussetzung, welche man im freien Liebigschen Sprachgebrauch vielleicht apriorisch nennen dürfte, ist für die beginnende Chemie in der Anschauung des Thales von Milet gegeben, daß ein einheitlicher Urstoff der Welt zugrunde liege; denn daraus folgt

sogleich, daß man hoffen darf, einen jeden besonderen Stoff der Erfahrung in einen jeden anderen verwandeln zu können. Diese Hoffnung wurde durch manche unmittelbare Anschauung unterstützt: man sah ja, daß das Feste sich in Flüssiges und das Flüssige sich in Luftförmiges verwandeln kann. Und man sah auch, daß das Feuer in den Prozessen des primitiven Erzhüttenwesens aus steiniger Substanz Metalle machen konnte. Damals fehlte der Begriff und die Anschauung des Ausschmelzens. Man hielt das, was man sah, für die Verwandlung einer Materie in die andere. Dies ist die Grundlage der alchemistischen Wissenschaft gewesen.

Im Lichte des heutigen Wissens gesehen, ist jene apriorische Voraussetzung der alchemistischen Wissenschaft nicht falsch; aber wir wissen nur zu gut, wie weit auch wir heute noch davon entfernt sind, aus der Grundannahme einer letzten Einheit der Materie praktische Folgerungen ziehen zu können. Indem man sich den Weg zum Ziele zu kurz vorstellte, wurde diese apriorische Voraussetzung zu einem schädlichen Vorurteil, und die Experimente der Alchemisten waren aus diesem Grunde nun doch dazu verdammt, in weitem Ausmaße ein blindes Tappen zu sein. Dabei trat teils eine geistige und auch materielle Gier hervor, welche die undisziplinierte Beschäftigung mit der Materie im geistigen Phantasieleben des Menschen so leicht hervorrufen kann, wenn neben dem Sinne für die Abenteuerlichkeit derartiger Experimente die Hoffnung auf Goldgewinn lebendig ist, teils auch nistete sich allerhand Aberglaube, Phantastik und Mystik in die Lücken der Experimente ein, die der Verstand nicht füllen konnte.

Die erste Periode der Chemie war die Chemie der Metalle. Eine zweite Periode entstand im Mittelalter seit der Entdeckung der Säuren und Salze. Denn das Altertum hatte nur eine einzige Säure gekannt: die Essigsäure. Dann folgten weitere Zwischenstufen der Entwicklung, die durch die Entdeckung und das Studium der verschiedenen Gasarten und durch die Phlogistontheorie gekennzeichnet sind, bis in Lavoisier die durch andere Gelehrte wohlvorbereitete dritte Periode erreicht wurde. In diesem Zeitalter, etwa 1800, gewinnt die Chemie ihren festen gesunden Boden; sie findet nämlich die wahren Elemente heraus, die von der Natur selbst als solche gegeneinander isoliert und zu Bausteinen aller anderen zusammengesetzten Stoffe bestimmt worden

sind. Welche Elemente das sein würden, war auf den ersten Blick nicht zu erkennen gewesen. Daß die Chemie von diesem Zeitpunkte an mit Vorliebe der Messungsmethoden sich bedient, ist ebenfalls wichtig, jedoch nicht so entscheidend wie jener andere soeben genannte Punkt der Hypothesenbildung über das, was Element und was Kompositum sei. Im Hinblick darauf, daß quantitative Methoden den physikalischen Wissenschaften zu ihrem Aufschwung verholfen hatten, behaupten viele Schriftsteller, daß auch die Chemie seit Lavoisier wesentlich deshalb zu einer exakten Wissenschaft geworden sei, weil sie das Prinzip der messenden Methodik übernommen habe. Allein die Gemeinsamkeit dieser Methodik betrifft hier doch nur eine mehr äußerliche Seite im Gepräge der Wissenschaften. Die Chemie war selbst seit Lavoisier zwar eine messende Wissenschaft, aber doch keine der Galilei-Newtonschen Physik gleichartige Wissenschaft geworden. Diese vierte und bisher letzte Stufe hat die Chemie erst seit der Aufstellung der Elektronentheorie erreicht. Jetzt erst wird sie mit der exakten Physik zu einer wahren, innerlich und sachlich begründeten Einheit verschmolzen.

Man kann natürlich die Zeitepochen der Chemie auch anders zusammenfassen und abzählen. Nach unserer Darstellung würde die erste Epoche noch in das Altertum fallen, die zweite Epoche im Mittelalter beginnen und ungefähr bis zum Jahre 1800 reichen; die dritte Epoche würde von 1800 bis heute reichen, und eine vierte Epoche stünde uns vielleicht noch bevor.

Zu beachten ist, daß im Zeitalter der Renaissance, als die exakte Physik entstand, die Chemie noch lange nicht an der Reihe war, eine exakte Wissenschaft im Sinne der Physik zu werden. Uns kommt es hier nicht auf das Gleichartige zwischen den Wissenschaften, sondern auf die charakteristischen Ungleichheiten an. Diese bestehen unserer Meinung nach so lange, als ein Prinzip absoluter Qualitätsunterschiede in der Chemie angenommen werden mußte. Und wenn auch mancher spekulativ vorausschauende Geist unter den Chemikern die Sprache und das System der Qualitätsunterschiede nur als vorläufig angesehen haben mag, so war es doch bis dahin nicht möglich, ohne diese Sprache und Systematik im einzelnen zu denken und irgendein konkretes Problem zu behandeln.

Diese Eigenheit der chemischen Tatsachen ist für die Geschichte der Erkenntnistheorie und Metaphysik überaus wichtig. Daß es neben dem Quantitativen in der Welt auch Qualitatives gebe, das wurde ebenso, wie es später von der Goethe - Hegel - Schopenhauerschen Farbenlehre behauptet wurde, ehemals schon durch die Tatsachen der Chemie dem Menschengenoste nahegelegt. Dieser Glaube an qualitative letzte metaphysische Bestimmtheiten der Welt war dem Aristoteles eigen gewesen; Aristoteles hatte die qualitativen Bestimmtheiten für ein höheres Strukturprinzip in der Weltordnung erklärt als die quantitativen.

Von dieser Perspektive aus können wir es verstehen, daß auch ein Bacon, der zum guten Teil von den Eindrücken der chemischen Tatsachen und Forschungen seiner Zeit beherrscht war, in die Auffassung von der allgemeinen Methodik der Wissenschaften etwas ganz anderes hineinbringen wollte, als Galilei und Descartes darin zur Geltung brachten.

Bis heute und voraussichtlich auch noch für eine weite Zukunft ist die engere mathematische Naturwissenschaft noch nicht überall durchgreifend anwendbar geworden, daher durfte und mußte man einstweilen noch andere Methoden zulassen. Und mindestens eine Vorbereitung des Materials durch diese anderen Methoden ist, wie man deutlich an der Geschichte der Chemie sieht, notwendig und unentbehrlich gewesen.

Wir betrachten jetzt den Geist der Wissenschaft etwas näher, der die Alchemie beherrschte.

Der Glaube an die allgemeine Möglichkeit von Stoffverwandlungen führte die Menschen zu der Hoffnung, aus unedleren Metallen edlere machen zu können. Diese Aufgabe gewann ihren überschwinglichen Gipfelpunkt in dem Projekte, Gold herzustellen. Da man bei den meisten chemischen Prozessen Zusätze und Beimischungen aller Art nötig hat, stellte man sich vor, daß es ein besonderes Mineral oder Gestein geben könnte, durch dessen Beimischung das reine Gold aus den Tiegeln hervorgehen würde. Nach diesem Zusatzmineral suchte man und nannte das Gesuchte den Stein der Weisen.

Das Problem der Metallverwandlung tritt zum ersten Male in der Literatur bei der griechischen Gelehrtenschule von Alexandria in Ägypten in den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt auf. Von hier und von den hellenischen

Schulen Vorderasiens aus haben es später die Araber übernommen. Die Araber brachten es dem europäischen Mittelalter. Aber auch unabhängig von der Weiterleitung durch die Araber griff die alchemistische Bewegung vom Altertum her ins mittelalterliche Europa über.

Die hellenistischen Schriftsteller der Alchemie nennen den Hermes Trismegistos (den Dreimalgrößten) den Begründer ihrer Wissenschaft. Er ist eine mythische Persönlichkeit. Ausdrücke, wie hermetische Kunst, hermetischer Verschuß, hermetische Bücher, die heute noch gangbar sind, leiten sich von diesem alten Namen ab. Der alexandrinische Schriftsteller Zosimos (um 300 n. Chr.) dagegen ist schon eine historische Persönlichkeit. Er stellte die Kenntnisse seiner Vorgänger und seine eigenen Erfahrungen in einem Buche zusammen. Zosimos erzählt, daß diese Kenntnisse sich ehemals in dem Besitz der ägyptischen Priesterschaft befunden haben und aufs strengste geheimgehalten worden seien. „Wer in die alchemistische Kunst eindringen wollte, mußte eine Reihe von sittlichen Vorbedingungen erfüllen. Er mußte reinen Sinnes und frei von Habgier sein. Er mußte sich ferner aus tiefster Seele in seinen Gegenstand versenken können. Erfolg hatte nur, wer nach Erkenntnis strebte, nicht aber der Ungelehrte oder gar derjenige, der von unlauterer Gesinnung erfüllt war. Eine weitere Vorbedingung bestand darin, daß man die richtige Zeit und die glücklichen Augenblicke wählte. Um sie herbeizuführen, waren nicht nur Beschwörungen, Zaubermittel und Gebete, sondern auch die Mitwirkung der Planeten erforderlich“²⁴⁵.

Der Neuplatoniker Olympiodor (im 5. Jahrhundert n. Chr.) systematisierte die Zuordnung der Metalle zu den Gestirnen in folgender Weise. Es entspricht:

das Gold	der Sonne
das Silber	dem Monde
das Kupfer	der Venus
das Eisen	dem Mars
das Zinn	dem Jupiter
das Quecksilber	dem Merkur
das Blei	dem Saturn.

Die Kunst wurde aber nicht bloß in mystischen und überschwenglichen Worten gepriesen, sie wurde auch wirklich ausgeübt und brachte hier und da materiellen Gewinn, wohl auch unlauteren. Vorschriften der Stockholmer Papyri aus dem

dritten Jahrhundert n. Chr. enthalten Anweisungen, Perlen von Glimmer herzustellen, die als „besser denn die echten“ angepriesen werden. Es werden Rezepte zur Herstellung goldähnlicher Legierungen gegeben; diesen Legierungen wird nachgerühmt, daß selbst Fachmänner über die Herkunft des Erzeugnisses getäuscht würden.

Zosimos lehrte, daß ein belebender Same hinzutreten müsse, um aus gewissen Metallen, wie Kupfer und Blei, Gold zu machen. Aus dem „philosophischen Ei“ würden Gold und Silber herausgeholt; sie seien darin vorhanden, wie das Menschlein im Samen. In einer Vision sieht Zosimos den Homunkulus entstehen. Das beständige Überschreiten der Grenze zwischen chemischer Erfahrung und metaphysischer Spekulation rief eine Spannung hervor, die das Ganze dem damaligen Menschen anziehend machte²⁴⁴.

In die chemischen Medikamente wurden Zeichen und Zauberworte eingraviert. Galenos freilich (200 n. Chr.) versichert, als ein aufgeklärter Geist, daß manche solche Medikamente auch ohne die vorgeschriebene Eingravierung wirksam seien²⁴⁵. Im allgemeinen aber glaubte man an die Sympathie aller Dinge im Himmel und auf Erden.

Die Erhitzung der chemischen Körper geschah im Holzfeuer, das man durch Hineinblasen von Luft verstärken konnte, oder es geschah in kochendem Wasser, oder es geschah auf die gelindeste Art in feuchtem Dung. Zu Gefäßen dienten Ton und Glas; aber mitunter wollte es auch die Vorschrift, daß man eine Substanz in eine Feige einschloß, während man sie erhitzte.

Die bereits erwähnten Stockholmer Papyri verlangen die Geheimhaltung der Vorschriften und des chemischen Wissens. Die *Mappae clavicula*, ein Manuskript über Färberei aus dem 10. Jahrhundert n. Chr., stellt den Eid der Geheimhaltung sogar an die Spitze²⁴⁶. Durch diese Geheimhaltung wollte der Chemiker nicht bloß seine Kenntnisse, sondern vor allem auch sich selber persönlich schützen. Das hatte nicht bloß der Betrüger, sondern auch der Ehrliche nötig. Denn es drohten diesen Leuten stets die Anfeindungen von seiten der abergläubischen Masse, der Regierungen und der Kirche.

Es ist nicht ganz leicht, aus dem vielen Wust und Unsinn das relativ Vernünftige herauszuziehen, was die Spekulation der Alchemisten zu bieten vermag. Wir sprechen aber

hier vom Vernünftigen nicht in dem Sinne, als ob es das Richtige gewesen sein müsse, das also, was wir heute noch als richtig erkennen. Sondern wir begnügen uns, als vernünftig schon das zu bezeichnen, was überhaupt einen systematischen Geist verrät, was aus einem Suchen nach tiefen und allgemeinen Zusammenhängen hervorgeht, wenn dieselben nur nicht ganz so weit hergeholt sind wie die Voraussetzungen der Astrologie. Als in diesem Sinne ernst zu nehmende Irrtümer möchten wir drei einer näheren Betrachtung unterziehen²⁴⁷.

Erstens: Das Quecksilber gilt als männliches Prinzip, der Schwefel als weibliches. Man glaubte, daß alle Metalle Quecksilber und Schwefel enthalten müßten, jedoch in verschiedenartiger Mischung.

Es liegt hierin wenigstens insoweit Vernünftiges, als man eine innere Verwandtschaft in der gesamten Reihe der Metalle angenommen und als man versucht hat, diese Reihe als eine eindeutig zu ordnende lineare Mannigfaltigkeit aufzufassen. Es sollten demgemäß zwei Prinzipien aufgestellt werden, aus deren relativem Mehr oder Weniger die Kontinuität der Reihe erklärt werden könnte.

Zu solchen Prinzipien wurden die Begriffe des Schwefels und des Quecksilbers auserkoren. Daß das Quecksilber einen besonders tiefen Eindruck durch seine Eigenschaften machen mußte, kann man verstehen. Plinius (im 1. Jahrhundert n. Chr.) nennt es eine beständige Flüssigkeit und ein Gift für alles (*liquor aeternus, venenum omnium rerum*). Der Schwefel galt als göttlich. Plinius begründet dies damit, daß sein Geruch dem Blitze gleiche. In den edlen Metallen sollte Quecksilber überwiegen²⁴⁸. Durch Abänderung des Verhältnisses dieser Bestandteile könnten die Metalle ineinander übergeführt werden. Das Kupfer sollte eine Mittelstellung zwischen Gold und Silber einnehmen. Daß sich Blei durch Zusatz von Quecksilber in Zinn verwandeln lasse, galt als erprobt.

Die Verteilung der Rollen, die man dem Quecksilber und dem Schwefel zuschrieb, hing natürlich mit deren eigenen auffälligen Eigenschaften zusammen. Schwefel galt in den Metallen, wie in den brennbaren Substanzen überhaupt, als der Träger der Brennbarkeit; er sollte den Metallen auch die Farbe verleihen. Quecksilber dagegen sollte die Schmelzbarkeit und den Glanz hervorbringen.

Glaubte man aber der Prinzipien sicher zu sein, so war man auch sogleich kühn genug, um ans Werk zu gehen und die Natur aus Menschenkraft überholen und überbieten zu wollen. Man verließ sich darauf, daß die Kräfte der Natur selbst, wenn man sie richtig zu diesem Dienst entbietet, den Kampf miteinander führen würden. Ein pseudo-demokratischer Spruch aus der alchemistischen Literatur lautet:

Eine Natur vergewaltigt die andere,

Eine Natur besiegt die andere²⁴⁰!

Zweitens: Noch Bacon von Verulam gibt für seinen Glauben, daß sich Gold künstlich herstellen lassen müsse, einen sehr eigentümlichen und charakteristischen Grund an, der dem Mittelalter entnommen ist. Es schien ihm nämlich, als komme es nur darauf an, die Eigenschaften aller Körper zu kennen und dann diejenigen Körper zu mischen, welche Träger der Eigenschaften des Goldes sind. Dann würde man Gold erhalten. Er hoffte also im Kompositum die Eigenschaften der Teile in einer neuen Art von Summierung wiederzufinden. Das ist jedoch nicht ganz so naiv zu verstehen, wie es in dieser Form vielleicht klingt. Es liegen etwas tiefere und spekulative Gedanken dahinter. Wer so dachte, glaubte eigentlich nicht an ein Erhaltungsgesetz für die Stoffe, sondern an ein Erhaltungsgesetz für die Qualitäten. Der Begriff der Qualität war ihm das eigentlich Seiende, er war es in viel höherem Sinne als etwa der der Materie, die ein stumpfes, gleichgültiges Einerlei und daher beinahe ein Nichts war. Man sieht, daß die Qualität (also etwa der Besitz einer spiegelungsfähigen Oberfläche beim Metall oder der Besitz der Schmelzbarkeit und Schmiedbarkeit) dem Prinzip der Baconschen „Natur“ (bzw. Form) und dem der Platonischen Idee nahe steht. Wir haben dies schon in den früheren Teilen dieses Buches dargelegt. In diesem Sinne kann auch die soeben beschriebene Bedeutung des Quecksilbers und des Schwefels anders verstanden worden sein, als wir sie heute zunächst aufzufassen geneigt wären. Der metaphysisch orientierte Scholastiker sah vielleicht in diesen Namen nicht so sehr den Ausdruck für stofflich abgegrenzte Wesenheiten, also für Materien, sondern er erblickte in diesen Namen die Bezeichnungen für bloße Prinzipien, also etwa für hervorragende Eigenschaften. Diese Prinzipien konnten miteinander kämpfen, und das eine

konnte siegen, das andere unterliegen oder potentiell werden, und so konnten sie jedwede Materie ergreifen oder von ihr entweichen, ohne daß man nach Gewichtszunahme oder Gewichtsverlust zu fragen brauchte.

Ein drittes, nicht ganz unvernünftiges Motiv der alchemistischen Irrtümer ist folgendes: Es war sachlich wirklich schwer, bei einem feurigen Umwandlungsprozeß, etwa bei der Verbrennung von Blei, herauszufinden, welche Substanz die einfache und welche die zusammengesetzte war. Ist bei diesem Prozeß das Verbrennungsprodukt, das Metalloxyd (oder der Metallkalk) ein Kompositum, in dem durch die Verbrennung des Metalls eine Plus zu ihm hinzugetreten ist, oder ist der Metallkalk etwas Übriggebliebenes, dem etwas anderes durch die Verbrennung fortgenommen worden ist? Wir können bei der jetzigen Betrachtung an dem festhalten, was wir eben über den Kampf der bloßen Qualitäten sagten, wir könnten aber, wenn wir wollen, auch davon absehen. Wir können uns dies neue hier aufgerollte Problem auch ganz gut in der Form des Hinzutretens oder Entfliehens von qualifizierten Materien vergegenwärtigen. Nun wissen wir heute ganz sicher, daß Metalloxyde Komposita, Metalle dagegen reine Elemente sind. Aber darf man verlangen, daß auch frühere Zeitalter der Menschheit diese Einsicht sofort als die natürliche und richtige erfaßten? Drängt sie sich wirklich so unbedingt der Beobachtung auf? Ein Baum, der verbrennt, scheint doch für den natürlichen Beobachter viel von seinem Dasein zu verlieren; das Aschenhäufchen, das übrigbleibt, ist klein. Ja er verliert sogar alles, was an ihm bewunderungswürdig und wertvoll war. Einem Metall geht es auch so. Was es uns als Metall schätzbar machte, ist in dem unseligen Verbrennungsprozeß verlorengegangen. Der Metallkalk ist ein ziemlich elendes und unbrauchbares Ding. Also sagte sich der Alchemist: Hier ist die Seele des Metalls entwichen und nur der Leichnam übriggeblieben. Dieser Satz befindet sich bei Paracelsus, ist aber schon älteren Ursprungs. Was aber übrigbleibt, der Metallkalk, mußte, so schloß man, schon vorher im Metall enthalten gewesen sein. Das Metall also ist das Kompositum. Ist dieser Irrtum nicht verzeihlich?

Aus dieser Auffassung aber folgt nun das ganze Ungemach auch der ernsthaftesten Anstrengungen eines ganzen Jahrtausends. Es ist uns heute schwer, unser Wissen zu ver-

leugnen und uns in die Unwissenheit früherer Zeiten hineinzuversetzen. Tut man dies aber, so wird man verstehen lernen, daß das Herausfinden des Einfachen und die Erkenntnis des wirklich Zusammengesetzten (als zusammengesetzt) eine große und mühevoll Aufgabe und Arbeit für das Menschengeschlecht gewesen ist.

Der bezeichnete Grundirrtum zieht sich noch bis in die Phlogistontheorie hinein. Das Brennbare im Metall, so hatte Paracelsus gelehrt, sei der Schwefel gewesen. Das schweflige Prinzip, die Seele des Metalls, entweicht bei der Verbrennung. Auch die Phlogistontheorie lehrte, daß das Brennbare in den Stoffen selbst enthalten sein müsse, welche man verbrennen kann. Denn es gibt ja Stoffe, die man nicht verbrennen kann. Dieser brennbare Bestandteil wurde Phlogiston genannt und konnte mehr oder weniger immateriell gedacht werden. Das Phlogiston war also an die Stelle des Schwefels (beim Metall) getreten.

Eine seltsame und lehrreiche Variante, über die die Geschichte der Chemie freilich rasch hinwegging, brachte der deutsche Chemiker Agricola um 1550 auf: er erklärte die Feuchtigkeit als das Prinzip der Brennbarkeit. Diese Lehre wandte er auf das Metallproblem folgendermaßen an: Weil das Metall schmelzen kann, enthält es das Prinzip des Wassers (oder der Feuchtigkeit); eben dies Prinzip bewirkt dann auch, daß das geschmolzene Metall verbrennen kann. Das Wasser (oder die Feuchtigkeit) im Metall verbrennt, und was dann übrigbleibt, kann fortan weder schmelzen noch verbrennen.

Erst spät begann man, die Materien zu wägen, und nun mußte das Problem des Gewinnes oder Verlustes an Prinzipien oder Materien schärfer hervortreten. Wahrscheinlich war man im Laufe des späteren Mittelalters bereits auch in der Chemie von dem Begriffsrealismus mehr und mehr abgekommen, und so war man genötigt, dem Stoffproblem mit der Wage in der Hand mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Da hätte man nun erwartet, daß, wenn beim Verbrennen eines Metalls Schwefel aus ihm ausgetrieben ist, das Übriggebliebene leichter sein müßte, als das Metall war. Man fand aber, daß der Metallkalk schwerer war als das verbrannte Metall.

Eine Erklärung ward zunächst gefunden, die uns lächeln macht, bei der aber die alte Theorie aufrechterhalten werden

konnte. Man meinte, der Schwefel hätte dem Metall zuvor, als es noch Metall war und er noch darin war, eine besondere Leichtigkeit verliehen. Denn der Schwefel sei, als Prinzip gefaßt, himmlische Hitze. Er hätte daher das Metall gleichsam nach oben gezogen. Man rechnete also mit der Möglichkeit eines negativen Gewichtes in den Stoffen. Diese Deutung der Tatsachen ist im sechzehnten Jahrhundert versucht worden; ein Schriftsteller Jean Rey polemisiert gegen sie im Jahre 1630. Die Gründe, mit denen er polemisiert, sind in ähnlicher Art lesenswert wie das soeben betrachtete Theorem, da sie ebenfalls ein Lächeln hervorbringen würden. Aber es würde uns ihre Darlegung hier zu weit führen²⁵⁰.

Wie sich nach den älteren Grundanschauungen Eisen in Kupfer verwandeln kann, sehen wir aus dem Buche des Arztes Libavius, der 1660 als Gymnasialdirektor in Koburg starb. Wenn man in die Lösung eines gewissen Vitriols einen Eisenstab taucht, so erhält man Kupfer, das ist wirklich zu sehen. Aus dem Vitriole nämlich, so erklärt er uns nun, ließe sich sonst etwas Schwefliges bereiten; dieses Schweflige trete bei dem beschriebenen Versuch zum Eisen hinzu und verleihe ihm die höhere Wertigkeit; ein stärker schwefelhaltiges Eisen werde zu Kupfer. — In Wahrheit ist es so, daß in der Kupfervitriollösung das Kupfer gefällt wird, weil das Schweflige in Gestalt der Säure dieser Lösung einen Teil des Eisens frißt, zu dem es eine stärkere Affinität hat als zum Kupfer. — So kann man sich irren.

Einzelne schärfer sehende und zweifelsüchtigere Naturen haben freilich schon Jahrhunderte vorher die Sache besser durchschaut. So hat bereits ein Araber im dreizehnten Jahrhundert diese, vielleicht damals zum Teil bewußt betrügerisch betriebenen Methoden folgendermaßen charakterisiert: Erst verwandelt man Edelmetall durch Behandlung mit schwefel- und arsenhaltigen Stoffen in Asche und dann erzeugt man daraus die Metalle und behauptet, es seien neue.

Der arabische Philosoph Avicenna (980—1037) verhielt sich skeptisch gegen die Hoffnung, Gold herstellen zu können. Er wollte die Entdeckung der edlen Metalle den Händen der Natur allein überlassen wissen. Er erklärte: Gold und Silber entstehen unter dem Einfluß des Mondes und der Sonne aus den Dünsten der Erde mit allen ihren Eigenschaften, und kein Mensch vermöge sie künstlich nach-zuzahlen.

Lionardo da Vinci (1452—1519) sprach sich ganz und gar gegen die Alchemie aus. Er bestritt, daß Schwefel und Quecksilber Bestandteile der Metalle seien²⁵¹. Aber das waren vereinzelte Stimmen. Und der Betrieb dieser chemischen Küchen mußte aus der inneren Notwendigkeit des Wissensdurstes wohl oder übel so weitergehen, solange niemand etwas Besseres an die Stelle jener Experimente und Ansichten zu setzen wußte.

Erst die Einbeziehung der Gase in die Wissenschaft der Chemie konnte zur richtigen geistigen Beherrschung aller dieser Fragen führen. Denn erst dadurch wurden die Tatsachen der Erhaltung der Substanz nachweisbar, und erst auf dieser Grundlage war das Problem zu lösen, was eigentlich Element und was Komposition sei. Einen ganz löblichen Vorbereitungsdienst hatte die Phlogistontheorie dazu geleistet, indem sie die Aufmerksamkeit der Forscher beim Problem der Verbrennung wachsam festgehalten hatte. Insbesondere ist die Entdeckung des Sauerstoffs und die Erkenntnis seiner Rolle bei den Verbrennungsprozessen für die Neugestaltung der Chemie durch Lavoisier entscheidend gewesen. Da nun das chemische Studium der Gase nur nach der Erledigung anderer Kapitel, wie der Entdeckung der Säuren und Salze, in den Bereich der Forschung treten konnte, so sieht man, daß eine fast absolut zwingende Notwendigkeit die Geschichte der chemischen Entdeckungen in bestimmter Folge geleitet hat. Man hat also kein Recht, die schwierige Vorarbeit, die die Alchemie geleistet hat, alles in allem achtlos als bloßen Unsinn zu brandmarken. Daß sich natürlich mancher Unsinn und Wahnwitz leicht in diesen vom Licht der Vernunft nur so schwach durchleuchteten Betrieb des größten Experimentierens mit den erregendsten Erscheinungen der Materie einnisten konnte, ist ebenso wahr und ist ebenso zu beklagen wie zu begreifen.

H. St. Chamberlain schildert in seinen „Grundlagen des neunzehnten Jahrhunderts“ die geistigen Impulse, welche den neuzeitlichen Menschen und den modernen Charakter schufen, und vergißt auch dabei des alchemistischen Suchens nach dem Golde nicht. Tief in der Seele liegt der Trieb zu dem, sagt er, was wir heute Chemie und Physik nennen; denn es sei dies „ein gar geheimnisvolles und bis vor kurzem noch bedenkliches, nach Zauberei schmeckendes Hineingreifen in die Eingeweide der Natur, zugleich ein wichtigster

Ursprung unseres heutigen Wissens und unserer heutigen Macht“. Aber er vergißt dabei auch die rohere Triebkraft nicht. „Die Hoffnung auf Gold lehrte schärfer beobachten, sie verdoppelte die Erfindungsgabe, sie flößte die kühnsten Hypothesen ein, sie schenkte endlose Ausdauer und Todesverachtung“²⁵².

Um den Stein der Weisen zu finden, blieb kein Material auf Erden unversucht. „Durchprobiert wurde alles, was auf der Erde vorkommt, was sie in ihren Tiefen birgt und was auf sie herabfällt. Man untersuchte Pflanzensäfte und Tiersekrete, wie Milch und Speichel, Fäzes und Harn. Auf diese Weise wurde zwar nicht der Stein der Weisen gefunden, aber manche wertvolle Beobachtung gemacht, und vor allem wurde die Beschäftigung mit der Natur in den Mittelpunkt des menschlichen Tuns und Denkens gerückt“²⁵³. — Dies führte beispielsweise zur Entdeckung des Phosphors im siebzehnten Jahrhundert durch den Kaufmann Brand. Dieser ließ sich bei seinen Versuchen von dem Gedanken leiten, daß die im Organismus tätige Lebenskraft, die so Wunderbares bewirke, imstande sein müsse, die Metalle zu verwandeln. Er unterwarf daher den Rückstand, den er beim Eindampfen von Harn erhalten hatte, der trockenen Destillation. Dabei wurden die phosphorhaltigen Verbindungen des Harns durch den Kohlenstoff der organischen Materie reduziert. Das so gewonnene Element Phosphor erregte wegen seiner überraschenden Eigenschaften das größte Aufsehen (1669).

Der Philosoph Leibniz (um 1700) war in seinen jungen Jahren Mitglied der Nürnberger Hermetischen Gesellschaft gewesen, also einer alchemistischen Vereinigung. Er nahm später eine ziemlich ablehnende Stellung gegen jene Kreise ein, wie aus folgenden Worten hervorgeht²⁵⁴:

„Die Laboranten, Charlatans, Marktschreier, Alchymisten und andere Vaganten und Grillenfänger sind gemeiniglich Leute von großem Ingenio, bisweilen auch Experienz, nur daß die *disproportio ingenii et judicii*, oder bisweilen auch die Wollust, die sie haben, sich in ihren eitelen Hoffnungen zu unterhalten, sie ruiniert und in Verderben und Verachtung bringt. Gewißlich, es weiß bisweilen ein solcher Mensch mehr aus der Erfahrung und Natur gewonnene Realitäten als mancher in der Welt hochangesehene Gelehrte, der seine aus den Büchern zusammengelesene Wissenschaft mit Eloquenz, Adresse und anderen politischen Streichen zu

schmücken und zur Macht zu bringen weiß, dahingegen der andere mit seiner Extravaganz sich verhaßt oder verächtlich macht. Daran sich aber verständige Regenten in einer wohlbestellten Republique nicht kehren, sondern sich solcher Menschen bedienen, ihnen gewisse regulierte Employ und Arbeit geben und dadurch sowohl ihr als ihrer Talente Verderben verhüten können."

Eine vornehm-menschenfreundliche und großzügige Denkweise des Mannes! Auch Leibniz hatte sich von den theoretischen Grundüberzeugungen der Alchemie durchaus noch nicht ganz gelöst, als er dies schrieb. Denn in späteren Jahren noch schreibt er, daß die Erzeugung von Gold und Silber, wenn sie gelingen sollte, um des allgemeinen Besten willen unterdrückt werden möchte. Erstrebenswert erschien es ihm dagegen, „aus dem Golde die Quintessenz herauszuziehen, wie aus dem Wein den Weingeist, und mit dieser Quintessenz ein anderes Metall in Gold zu verwandeln". Dies sei etwas anderes als die eigentliche direkte Erzeugung von Gold und widerspricht daher nicht, wie er meint, der soeben angeführten Befürchtung für das allgemeine Wohl. Denn es würde, meint er, mehr kosten, als es einbringt. Aber die Naturerkenntnis würde es fördern; deshalb wünscht er es, fürchtet aber freilich, daß die Verwirklichung wohl nicht gelingen werde²⁵⁵.

Die europäischen Fürsten der beginnenden Neuzeit interessierten sich aus materiellen Gründen oft sehr für die Alchemisten. Zu ihren eifrigsten Beschützern gehörte der deutsche Kaiser Rudolf II. Als der Kaiser 1612 starb, fand man in seinem Nachlaß große Mengen Gold und Silber, die als Erzeugnisse der alchemistischen Kunst betrachtet wurden²⁵⁶.

Die englische Regierung forderte im Jahre 1423 die Gelehrten und die Geistlichen auf, die Hilfe Gottes zu erflehen, damit die Herstellung des Steines der Weisen endlich gelinge und man die Staatsschulden bezahlen könne. Bald darauf entschloß sich die englische Regierung, aus alchemistischem Gold geprägte Münzen in Umlauf zu bringen. Man schädigte damit zunächst Frankreich; aber Frankreich war aufgeklärt genug, um bald zu erkennen, daß es sich hier um eine Täuschung handelte. Karl VII. von Frankreich (1422—1461) betrieb übrigens dieselbe Art von Falschmünzerei. Im Jahre 1440 wurde einer bestimmten eng-

lischen Firma von der englischen Regierung das Privileg zur Herstellung von künstlichem Golde gegeben. Der Wert der englischen Goldmünzen sank dadurch in der Volkswirtschaft um die Hälfte.

Wie es dann später zur Gewinnung der richtigen Grundlagen der Chemie gekommen ist, haben wir bereits gesagt. Man mußte einsehen lernen, daß es sich nicht um Mischung von Qualitäten, sondern um Mischung von Stoffen handelt. Diese Einsicht hat sich wohl ganz langsam durchgesetzt; auch die ältesten und falschesten Anschauungen boten schon Brücken zu ihr, insofern die Mischung der Qualitäten doch stets eine Mischung von Stoffen äußerlich, in der Technik des Experiments, voraussetzte. Dann aber mußte man auf mühsame Art das Rätsel lösen lernen, was das Elementare und was das Zusammengesetzte sei. Mit den prinzipiellen Aufstellungen Lavoisiers (um 1800) hat dann die Chemie, wie Auguste Comte es in fragwürdiger Zuspitzung ausdrückt, ihren wahren Charakter als „positive Wissenschaft“ erhalten.

Die Gedankengewinne, die hierzu nötig gewesen sind, beruhen nicht auf dem mathematischen Kalkül; sie beruhen auf der kombinierenden Phantasie, welche mit Stoffen, Qualitäten und Verbindungen spielte und das Plausible langsam, zögernd, schrittweise herauszufühlen lernen mußte. Es würde wohl nicht zweckmäßig sein, diese Gedanken-erfolge in das Schema der Baconschen Induktionsmethode zu pressen, doch würde dies auch nicht unmöglich sein. Auf jeden Fall ist diese gedankliche Methode, die in der Chemie die entscheidenden Erfolge gebracht hat, von anderem Charakter gewesen als die Galileische Methode in der Erforschung der Fallgesetze²⁵⁷. Es wird immer Wissenschaftsgebiete geben, in denen uns die Wirklichkeit nicht ein so elementares und durchsichtiges Bild zeigt wie in der Welt der Gravitation und der Lichtgesetze. Für diese Gebiete, die sich der mathematischen Erfassung nicht so direkt anbieten, wird es daher auch andere Methoden der Erforschung als die mathematischen, Galilei-Newtonschen Methoden geben müssen. Hieran wollen wir festhalten und daraus den Schluß ziehen, daß mit dem Baconschen Entwurf einer induktiven Methode mindestens eine Lücke richtig bezeichnet worden ist, die vielleicht künftig einmal besser ausgefüllt werden mag, als sie Bacon ausgefüllt hat. Aber es wäre falsch, zu sagen, daß Bacon sich auf die Seite einer gänzlich ver-

lorenen Partei gestellt hat, und daß alle erfolgreiche Arbeit in den Naturwissenschaften durchaus nur den anderen Weg, den des Galilei und Newton, gehen mußte und gehen wird.

Die feinere Analyse jener höchst lehrreichen und fesselnden Arbeiten und Versuche an der Umbildung der chemischen Grundanschauungen im Zeitalter kurz vor Lavoisier müssen wir uns hier versagen.

Jedoch wollen wir noch eine Bemerkung über den Nutzen der Messungen, der Zahlen und der Rechnungen machen, insofern solche auch außerhalb der konsequenten Galilei-Newtonschen Forschungsart vorkommen. Ganz ohne Messungen und Zahlenangaben hat auch die Alchemie nicht operiert. Und auch die Fiebertmessungen der Ärzte bringen Zahlenreihen, die wissenschaftlich wertvoll sind, ohne daß man sie doch der Galilei-Newtonschen Methode zurechnen dürfte. Worin die fundamentale Besonderheit der letzteren besteht, oder wenigstens: wodurch sie sich charakteristisch von den Messungen der größeren Empirie abhebt, wird in den folgenden Hauptabschnitten dieses Kapitels deutlicher hervortreten.

In jenen Gebieten aber, in denen uns eine so elementare Grundanschauung über den Aufbau der Natur nicht gegönnt ist, wie wir sie in der Gravitationswelt zu erfassen glauben, gebrauchen wir die Messungen und die Mathematik nur als Hilfswerkzeug für begriffliche Spekulationen. Das geschieht in folgender Weise: Damit unsere Phantasie im Spiel mit den konkret-begrifflichen Tatsachen fruchtbar sei und neue Anschauungen und Einsichten gebären könne, die nicht zuvor errechnet und erwartet wurden, müssen wir uns die Tatsachen, die den Begriffen zugrunde liegen, möglichst umfassend und möglichst genau vergegenwärtigen. Es muß unserer Phantasie diese Vergegenwärtigung möglichst leicht gemacht werden; sie darf ihr nicht zu sauer fallen. Denn nur eine glückliche Souveränität in der Vergegenwärtigung des Materials kann sich Hoffnung machen, mehr in dem Material sehen und mehr aus ihm erschließen zu können, als andere vorangegangene Menschen aus ihm bereits gezogen haben. Zu solcher verhältnismäßig müheloser Deutlichkeit des Sehens verhelfen nun die Messungen und die Zahlen. Nicht sie selbst sind wertvoll; sondern die Anregung, die sie dem Verstande bieten können, kann wertvoll werden. Der Verstand hat dabei die Bilder und die Schemata, die dem

Begriffe entsprechen, vor Augen und die Umbildung der Begriffe selbst zum Ziele. Das sinnliche Material der Begriffe (die Hypotypose, wie Kant es ganz allgemein bezeichnet) wird durch Zahlenreihen (wie bei der Fieberkurve) bestimmter, reicher und lebhafter.

Um das, was wir meinen, ganz deutlich zu machen, können wir ein Gleichniswort gebrauchen. Wir sagen: Es leisten Messung und Rechnung, besonders aber ihr Ertrag, die Zahlenwerte, dem Verstande den gleichen Dienst, den das Mikroskop und das Fernrohr den Sinnen leisten. Wir sehen mehr, erfassen mehr an Tatsachen in einem einzigen Blickfelde; detailliertere Tatsachen, die wir sonst gar nicht sehen würden, treten plötzlich, gruppiert und kontrastiert, plastisch hervor. Mit einem Wort: die Messung, das Hauptelement der exakten Methodik, ist das Mikroskop des Verstandes. Dem Verstande aber ist es um Verfeinerungen und Umbildungen der Begriffe zu tun. Im Anschluß an diese Thesen kann man sich auch den Wert und die Rolle der Methode der graphischen Veranschaulichungen deutlich machen. Dürften wir noch ein Gleichnis mehr wagen, so würden wir hinzufügen: die moderne Statistik ist das Ultramikroskop des Verstandes.

Soviel über die Anwendung des Kalküls auf Gebieten außerhalb der klassischen Mechanik und der der klassischen Mechanik nachgebildeten physikalischen Disziplinen. Es dürften diese kurzen Bemerkungen zu den Sachfragen der Methodologie und Erkenntnistheorie auch in einer historischen Darstellung ihren rechten Platz haben, da das Verständnis für die Geschichte der Ideen und Wissenschaften nur Hand in Hand mit der Tiefe und Klarheit der systematischen Einsichten sich erschließen kann. Selbst wenn man in diesen systematischen Ansichten und Winken etwas erblicken wollte, was zunächst nur als eigenerarbeitete Ansicht des Verfassers dieses Buches gelten könnte, so würden sie, glaube ich, doch hier ihre rechte Stelle haben.

III. LIONARDO DA VINCI

Lionardo ist der natürliche Sohn eines Notars von vornehmem Geschlechte in Florenz. Er wurde 1452 geboren und schon in frühester Kindheit durch den Vater als legitim erklärt. Eine künstlerische Ausbildung erfuhr er durch den Maler, Zeichner, Bildhauer, Goldschmied und Erzgießer Verocchio. Der Herzog Cesare Borgia von Florenz ernannte ihn daselbst zum Generalingenieur und übertrug ihm die Beaufsichtigung der Festungsbauten in Umbrien und in der Romagna. Auf kurze Zeit siedelte er, einem Ruf des Papstes folgend, nach Rom über, fühlte sich aber von den dortigen Verhältnissen nicht befriedigt. In den letzten Jahren seines Lebens war er einem Rufe Franz' I. nach Frankreich gefolgt. Dort starb er, siebenundsechzigjährig, im Jahre 1519 und ist in dem Städtchen Amboise an der Loire begraben worden.

Eine große Merkwürdigkeit sind die von ihm hinterlassenen Manuskriptbände. Sie enthalten so geniale moderne Ansichten über die Natur und über unser Wissen und unsere Technik in Sachen der Natur, daß man ihn für einen der überlegensten Geister der gesamten neueren Geschichte halten muß. Die moderne Naturwissenschaft Keplers und Galileis hat er ein Jahrhundert vorher vorausgeahnt und sie in seinen Manuskripten ihrem Wesen nach richtig umrissen und in frappanten Details verdeutlicht.

In welchem Maße jene der Wissenschaft gewidmeten Partien seiner Manuskripte irgend jemandem in den Jahrhunderten nach Lionardos Tode zugänglich gewesen sind, ist zweifelhaft. Es ist also möglich, daß diese gewaltige und bedeutende Arbeit ganz vergeblich geblieben ist und alles von anderen Geistern von neuem hat erdacht und erfunden werden müssen. Unser Erstaunen über die Ansichten und Einsichten Lionardos würde andererseits dadurch etwas gemäßigt werden und nicht so sehr an Ratlosigkeit vor einem Übermenschen zu grenzen brauchen, wenn es sich bewahrheiten sollte, daß

ein gut Teil der kurzen Sätze und aphoristischen Notizen jener Manuskripte als Zitate und Exzerpte aus arabischen Schriftstellern anzusehen ist²⁵⁸. Es ist möglich, daß die arabische Wissenschaft, als sie ihren Gipfelpunkt erreichte, sich den modernen mechanistischen Anschauungen und mathematischen und experimentellen Methoden hinsichtlich der Erforschung der Natur bereits weit mehr genähert hatte, als es zur gleichen Zeit im Abendlande der Fall war. Lionardo hatte für alles einen offenen Sinn, was in dieser Richtung lag; schon seine Tätigkeit als Techniker und Ingenieur mußte ihm mit Naturnotwendigkeit alles, was in dieser modernen Richtung lag, als wissenschaftlich erscheinen lassen. Wir brauchten dann nur anzunehmen, daß er der arabischen Sprache vielleicht mächtig gewesen ist und glückliche Verbindungen nach dieser Seite hin gehabt hat, und es würde sich manches klären, was sonst beinahe unfaßbar bliebe.

Bei den Italienern jenes Zeitalters war das Künstlertum auch sonst nicht in heutiger akademischer Weise auf Malerei und Plastik in Marmor und Bronze beschränkt. Jene beweglichen Menschen waren zugleich Kunsthandwerker, wobei an Benvenuto Cellini als an einen anderen berühmten Repräsentanten dieses Menschenschlages erinnert sei. Der Schritt von solchem Künstlertum zum Kriegstechniker- und Festungsingenieurwesen war dann kein übermäßig großer mehr. Dies ist der Punkt, von dem aus man Lionardos Wesen einheitlich zu verstehen suchen muß. Sicherlich war er kein Grübler, der es nötig gehabt hätte, wie so mancher andere, mit scholastischen veralteten Ansichten in sich selbst zu ringen, um sie zu überwinden²⁵⁹. Er war ein Mann von Welt, ein Könnler auch im Reiten, Fechten, Tanzen und Schwimmen.

Aus den Lionardoschen Manuskripten war zu seinen Lebzeiten nur das „Buch von der Malerei“ veröffentlicht worden. Alles übrige wurde testamentarisch dem Freunde Melzo vermacht, der diese Manuskripte getreulich bewachte. Nach Melzos Tode wurden sie jedoch vernachlässigt und zersplitterten²⁶⁰. Doch wurden sie schließlich, mindestens in ihren Hauptteilen, wieder vereint, und in der Mailänder Ambrosianischen Bibliothek in vierzehn Folianten aufbewahrt. Sie umfassen nämlich an Gesamtinhalt mehr als 5000 Seiten. Als im Jahre 1796 die Franzosen Italien plünderten, wurden jene Folianten nach Paris gebracht. Die Verpflichtung, sie

zurückzugeben, wurde zwar nach dem Zusammenbruche der Napoleonischen Herrschaft ausdrücklich anerkannt, jedoch nur hinsichtlich eines einzigen Bandes erfüllt. Die übrigen galten als unauffindbar und tauchten erst mehrere Jahre später, als niemand mehr an das gegebene Versprechen erinnerte, in der Pariser Bibliothek wieder auf. Dort befinden sie sich noch heute²⁶¹.

Die Manuskripte sind in Spiegelschrift und in sehr feinen und flüchtigen Zügen niedergeschrieben, so daß ihre Entzifferung ungewöhnliche Schwierigkeiten bietet. Lionardo war Linkshänder. Charles Ravaisson Molliou hat 1881—1891 eine Ausgabe derselben in photographischer Reproduktion in sechs Foliobänden veranstaltet. Übersetzungen, in denen Auswahlen aus diesem Gesamtmaterial geboten werden, sind in mehreren Sprachen erschienen²⁶².

Aus dem reichen Inhalt dieser wissenschaftlichen Studien Lionardos teilen wir nun einiges in Kürze mit, dabei der Absicht folgend, einen informierenden Überblick über die Gesamtausdehnung seiner Forschungsgebiete und Interessenskreise zu geben.

Die Farben und Firnisse für seine Bilder stellte sich Lionardo selber her. Bei diesen Experimenten mag er wohl auch gelegentlich Mißerfolg und Schaden gehabt haben; man führt darauf den schnellen Verfall seines künstlerischen Hauptwerkes, des „Abendmahls“ in Mailand, zurück. Aber Lionardo gewann auf diese Art Kenntnisse in der Chemie. Auch über die Herstellung des Schießpulvers wußte er Bescheid. Er rühmt sich in einem Bewerbungsbrief aus dem Jahre 1482 an den Herzog von Mailand: Er verstehe das kunstgemäße Entwerfen und Errichten von Land- und Seebefestigungen, den Bau von Wassergräben und Brücken, von Kriegsschiffen und Belagerungsmaschinen, die Anlage von Minen und Gegenminen, die Anfertigung von Handfeuerwaffen, Orgelgeschützen und Mitrailleusen, die Erzeugung glatter oder gezogener Kanonen, durch Guß oder durch Aus- und Nachbohren, mögen es Vorderlader oder Hinterlader sein, endlich die Anwendung und Herstellung aller Zündstoffe und namentlich des Schießpulvers. Diese Kenntnisse gestatteten ihm — in Übereinstimmung mit älteren archaischen Urteilen —, die Alchemie als eine lügnerische und verderbliche Kunst hinzustellen und die künstliche Darstellung des Goldes für unmöglich zu erklären.

Er hielt dafür, daß die Luft aus zwei Bestandteilen zusammengesetzt sein müsse, da sie durch das Feuer und ebenso durch Atmung zwar zum Teil, jedoch nicht ganz verzehrt werde. Wo keine Flamme mehr brennt, vermag auch kein Tier mehr zu atmen; doch stellt Lionardo fest, daß Pflanzen in solcher Luft immerhin noch leben können, ja daß solche verdorbene Luft sogar durch Pflanzen wieder gereinigt und atembar gemacht wird. Den Pflanzen also scheint, so schließt er, solche schlechte Luft noch als Nahrung dienen zu können.

Mit Studien dieser Art mag die berühmte Lionardosche Erfindung des Lampenzylinders zusammenhängen. Sobald man über eine offen brennende Flamme einen passenden Glaszylinder stellt, beginnt sie, ruhiger zu brennen und vor allem heller zu leuchten. Es beruht dies auf der Regulierung der Luftzufuhr. Die verbrauchte Luft wird durch den Zylinder, wie der glückliche Erfinder erkannte, nach oben glatt fortgeleitet, so daß von unten her die frische Luft flotter nachströmt²⁰³.

In Sachen der Wissenschaft der Mechanik fällt eine gewisse klare und natürliche Einsicht über den Arbeitsbegriff bei Lionardo auf. Die in dieser Richtung ihn beherrschenden Anschauungen und Erfahrungen veranlaßten ihn, das Perpetuum mobile für unmöglich zu erklären. Man hat den Eindruck, als ob der Gewinn dieser Anschauungen mit der praktischen Tätigkeit und Erfahrung des großen Ingenieurs Hand in Hand gegangen sein mag. Man möge überlegen, so sagt er, daß, wenn jemand Wasser nach dem Gewichte kaufen müßte, es für ihn nicht einerlei wäre, ob er einen toten Sumpf oder einen Bach mit Gefälle erwürbe; denn nur im letzteren ist das Wasser arbeitsfähig, im ersteren aber nicht²⁰⁴. Man wird derartige Gedankengänge bei einem Manne begreiflich finden, der einen schiffbaren Kanal von 200 Miglien Länge (= etwa 300 km) gebaut hat, der noch heute besteht, den Martesana-Kanal, — einem Manne, der die Regulierung des Tessins (1493—1497) leitete, und der ein System der Berieselung und Schlammdüngung in Norditalien einführte, durch das Sandböden in Ackerfelder verwandelt wurden.

So erkannte er denn auch, daß Widerstände und Reibungen die Wirkungsfähigkeit einer bewegten Materie vermindern; auch Richtungsänderungen sollen sie vermindern, — was

allerdings nach den heutigen geläuterten Begriffen der Dynamik nicht allgemein und streng richtig ist.

Zum Beweise für den Satz, daß jedes Ding, das ruht, in seinem ruhenden Zustande zu verharren trachtet, gab Lionardo ein kleines Experiment an und führte es selbst aus, das seiner Geschicklichkeit ein spielerisches Vergnügen bereitet haben mochte. Aus einer Säule von aufeinandergelegten Brettspiel-Steinen vermochte er durch einen kurzen, scharfen Schlag einen einzelnen herauszuwerfen, so daß der darüberliegende Teil der Säule sich um den kleinen leer gewordenen Raumteil senkte, das Ganze aber nicht zusammenbrach. Man konnte also sehen, daß die oben aufgelagerten Klötzchen nicht mitfliegen, wenn sie es den Umständen nach irgend vermeiden können.

In diesen Betrachtungen liegt eine gewisse Antizipation des Gesetzes, das wir heute das Trägheitsgesetz nennen. Jedoch wichtiger und schwieriger für menschliches Begreifen ist derjenige Teil des Trägheitsgesetzes, welcher sagt, daß bestehende Bewegung nicht von selbst aufhört. In bezug hierauf waren die Formulierungen Lionardos nur vage und tastend. Immerhin erregen seine kleinen Sätze — im Verhältnis zur damaligen Zeit — unsere Bewunderung: „Jeder Impuls neigt zu ewiger Dauer.“ Der bewegte Körper „wuchte in der Richtung seiner Bewegung“.

Das uns aus tieferen historischen und sachlichen Gründen am meisten interessierende Problem ist das des freien Falls. Auch hier war Lionardo der richtigen Einsicht schon nahe. Es ist jedoch dabei zu bemerken, daß es auch sonst in jenen Jahrhunderten schon hier und da im europäischen Kulturkreise Forscher gegeben hat, welche der Galileischen Lösung ähnlich nahekamen. Lionardo hielt den freien Fall für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung; jedoch durchschaute er die feinere mathematische Struktur dieser Verhältnisse nicht richtig, da er annahm, daß die Fallgeschwindigkeiten proportional mit den durchlaufenen Strecken wüchsen. Auch irrte er, indem er noch glaubte, daß die spezifisch schwereren Körper schneller als die spezifisch leichteren fallen. Ein Experiment, das er falsch deutete, führte ihn sogar zu einem noch auffallenderen Irrtum: er nahm an, daß die Schwere durch eine Erwärmung beeinflußt werde. Von hervorragendem Scharfsinn und absolut richtig ist aber wieder die Deutung gewisser Experimentergebnisse, als er bleierne und

hölzerne Kugeln von hohen Türmen herabfallen ließ. Die Punkte, in denen die Bleikugeln auf den Erdboden aufschlugen, liegen nicht genau senkrecht unter den Punkten, von denen man sie fallen ließ. Lionardo erkannte, daß dies aus der während der Fallzeit vor sich gegangenen Achsendrehung der Erde zu erklären ist.

Eine Menge Lionardoscher Sätze legt Zeugnis ab von der hohen Meinung, die er von der Mathematik und von der Mechanik im Hinblick auf die Naturforschung hatte. Am bekanntesten ist wohl dieser: „Die Mechanik ist das Paradies der mathematischen Wissenschaften, weil man mit ihr zur Frucht des mathematischen Wissens gelangt²⁶⁶.“

Ein vom Altertum bis heute dunkler, metaphysisch vieldeutiger und doch unentbehrlicher Begriff ist der der Kraft. In jener Zeit der entstehenden Dynamik sollte dieser Begriff besonders wichtig werden. Es ist vielleicht interessant, zu sehen, wie Lionardo sich mit ihm müht und mit ihm spielt, um ihm seine richtige Stelle und Funktion zu bestimmen: „Kraft ist die Ursache der Bewegung und die Bewegung ist die Ursache der Kraft.“ Er nennt die Kraft eine geistige Wesenheit. „Sie ist die Tochter der materiellen, aber die Enkeltochter der spirituellen Bewegung.“ Dieser letztere Ausdruck entspringt der damals zeitgemäßen, gefühlsmäßigen Auffassung, wonach die ganze Natur als beseelt und als ein Abbild des Geistigen aufgefaßt wurde. Doch findet der Ausdruck „geistige Wesenheit“ in bezug auf die Kraft auch eine empirische Erklärung seines Sinnes bei Lionardo. „Geistig, sage ich, weil in ihr (der Kraft) unsichtbares Leben ist, weil der Körper, in dem sie geboren wird, weder in der Form noch im Gewichte wächst²⁶⁷.“

Nach gewissen Sätzen zu urteilen, scheint Lionardo sowohl an eine Achsendrehung der Erde als auch an einen Umlauf derselben um die Sonne gedacht zu haben. Die ist ihm ein Stern unter Sternen²⁶⁸. Ob er auch dies aus arabischen Quellen geschöpft hat? Es ist unausdenkbar, daß ihm eine solche astronomische Weltansicht wie zufällig von selbst gekommen sein sollte.

Lionardo wußte auch von der Natur der strahlenden Wärme Bescheid. Sie ist von der gewöhnlichen Wärme im Zustand der bloßen Fortleitung zu unterscheiden. Sie ist durch Spiegel reflektierbar wie das Licht. Sie ist durch Wassertropfen brechbar, ohne diese zu erwärmen. Über-

haupt gelangt sie von einem Punkte zum andern, ohne auf dem zurückgelegten Wege eine Temperaturerhöhung hervorzubringen. Dies alles hat er gewußt.

Es ist leicht zu denken, daß ein solcher Geist auch an mathematischen Problemen sich versuchen mochte, und auch hier wieder ist es charakteristisch, wohin ihn seine eigene Anlage und Interessenorientierung trieb. Er erfand einen Ellipsenzirkel und einen Zirkel, um Längen in irgendeiner bestimmten Proportion verändert abzustechen, und derartige Maschinen mehr. Er interessierte sich für das Verhältnis des Goldenen Schnittes, und zwar sowohl im Hinblick auf die Beurteilung organisch-anatomischer Formen, als auch im Hinblick auf die künstlerische Deutlichkeit, Wohlgefälligkeit und leichte Lesbarkeit der Buchstabenformen des Alphabets. Auch interessierte er sich für die Abwicklung krummer Flächen und ihre Darstellung in der Ebene. Doch: „Alles, was an Rechnung erinnert, liegt ihm, dem geborenen Zeichnkünstler, überhaupt fern²⁶⁹.“ — Wir finden auch den Satz bei Lionardo, daß die Quadratur des Kreises ein unlösbares Problem sei.

Wir dürfen die Medizin nicht unerwähnt lassen, wenn wir von Lionardo sprechen; hier ist ein entschiedenes Hin- und Zurückgehen über die Araber in einem besonderen Punkte festzustellen. Die Araber durften, gemäß den Vorschriften des Korans, den menschlichen Körper nicht zergliedern, und daher finden wir in den meisten Medizinbüchern jener Zeit — auch in den europäischen — keine anatomischen Zeichnungen. Hier ging nun Lionardo zusammen mit Marcantonio della Torre, Professor der Medizin zu Padua, ans Werk. Aus diesen Studien stammen 235 Blätter mit insgesamt 779 Bildern; sie enthalten naturgetreue Zeichnungen von Knochen, Muskeln, Bändern, Blutgefäßen, Gehirn und Nerven, Ohr und Auge und den mannigfachen Eingeweiden, zum Teil in natürlichen Farben. Diese Interessen — zugleich waren es auch künstlerische Interessen, wie sie sich bei der Herstellung einer Reiterstatue ergaben — bewogen ihn auch zum Studium der Statik und Dynamik der menschlichen und tierischen Körperlichkeit. Die Bewegungen und Gleichgewichtsbedingungen beim Heben, Stemmen, Tragen, Werfen wurden untersucht. Das Gehen des Menschen wurde als eine rhythmisierte Aneinanderreihung von Fallbewegungen auf-

gefaßt. Die Untersuchung des Vogelfluges führte ihn auf das Problem der Konstruktion von Flugmaschinen.

An dem Bau der Pflanzen interessierte ihn die Form und die Anordnung der Blätter und Blüten, und es gelang ihm zu zeigen, daß die Stellung der Blätter bestimmten Aufgaben zweckmäßig dient: nämlich der Ableitung des Tropfwassers. Er erkennt, daß die Blätter der Pflanzen und Bäume Licht und Luft suchen, wobei sie sich — hinsichtlich der Luft — als Ernährungsorgane erweisen. An Waldrändern sehe man, daß die äußersten Zweige reichlicher und kräftiger wachsen, sobald sie nur Zugang zu Luft und Licht haben.

Aus Anlaß seiner Erwägungen über das Wetter und die Ursachen des Wetterwechsels gelangte Lionardo auf die Betrachtung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und erfand ein Hygrometer.

Zur Geologie gehört die Bemerkung: das Wasser sei der „Kärrner der Natur“²⁷⁰.

Zum Schluß seien noch die folgenden kurzen Sätze angeführt, die den Geist der modernen Erfahrungsmethodik festzuhalten suchen: „Das Experiment irrt nie, sondern es irren nur eure Urteile.“ — „Der Interpret der Natur ist die Erfahrung. Sie täuscht niemals, es ist nur unsere Auffassung, die zuweilen sich selbst täuscht. Wir müssen die Erfahrung in der Verschiedenheit der Fälle und der Umstände so lange zu Rate ziehen, bis wir daraus eine allgemeine Regel ziehen können. Wenngleich die Natur mit der Ursache beginnt und mit dem Experiment endet, so müssen wir doch den entgegengesetzten Weg verfolgen, d. h. wir beginnen mit dem Experiment und müssen mit diesem die Ursache untersuchen“²⁷¹.

Nach alledem wird man Jakob Burckhardt recht geben, wenn er in seiner „Kultur der Renaissance in Italien“ sagt: „Die ungeheuren Umrisse von Lionardos Wesen wird man ewig nur von ferne ahnen können.“

IV. KOPERNIKUS UND KEPLER

Einige meinen, daß vielleicht unter allen wissenschaftlichen Neuerungen, welche in jener Zeit des Übergangs stattfanden, die des Kopernikus die entscheidendste gewesen sei. Heute ist es überhaupt üblich, die Stimmungen der Kulturzeitalter in starkem Maße von den kosmischen und eindrucksvoll-räumlichen Ansichten der Menschheit sich abhängig zu denken²⁷². Obwohl wir unsererseits geneigt sind, das Entscheidendere in der Entstehung der modernen physikalischen Wissenschaft, insbesondere in der Galileischen Dynamik, zu erblicken, so kann doch die ungeheure Wirkung des Kopernikus sowohl in wissenschaftsgeschichtlicher Hinsicht als in bezug auf Weltgefühl und Ethik niemals verkannt werden.

Da hin und wieder behauptet wird, daß bereits Nikolaus von Cusa eine der Kopernikanischen ähnliche Lehre aufgestellt habe, so gehen wir kurz auf diese Prioritätsfrage ein.

Nikolaus von Cusa hat zwar der Erde eine Bewegung zuerteilt, jedoch keineswegs die Kopernikanische: Er ging dabei von der dogmatisch-naturphilosophischen Ansicht aus, daß es zu jedem Materiellen gehöre, daß es bewegt sein müsse. Die Erde muß aber nach seiner Ansicht doch im Mittelpunkt der Welt bleiben. Er sagt nämlich von Gott²⁷³: „*Determinavit speciem, orbem, seu locum singulis, posuit terram in medio: quam gravem esse et ad centrum mundi moveri determinavit, ut sic semper in medio subsisteret et neque sursum neque lateraliter declinaret.*“ Aus den von Nikolaus herausgegebenen Druckschriften läßt sich nichts Näheres über die Art der Erdbewegung sagen. Es ist aber ein handschriftliches Blatt aufgefunden und veröffentlicht worden²⁷⁴. Daraus geht hervor, daß sich der Cusaner eine Erdrotation innerhalb vierundzwanzig Stunden um die eigene Achse vorgestellt hat, jedoch keineswegs, um dadurch die Rotation des Fixsternhimmels überflüssig zu machen. Diesem hat er vielmehr eine Rotation mit doppelter Geschwindig-

keit um die Weltachse zugeschrieben. Giordano Bruno hat später den Nikolaus als einen Vorgänger des Kopernikus genannt; er dürfte dies aber nur auf Grund eines sagenhaften Gerüchtes über den Cusaner getan haben, das unter den italienischen Gelehrten umgegangen war.

Ebensowenig wie der Cusaner sind Peurbach und Regiomontan als Vorläufer von Kopernikus zu bezeichnen. Auch diese gelegentliche Behauptung hat sich als irrig erwiesen. Peurbach und Regiomontan erwogen zwar die Achsendrehung, wovon ein besonderer Aufsatz aus der Feder des Johann Schoner (1533) Zeugnis ablegt, aber nur, um sie zu verwerfen²⁷⁵.

Nikolaus Kopernikus wurde in Thorn 1473 geboren. Er starb als Domherr zu Frauenburg in Ostpreußen im Jahre 1543. Die alte deutsche Familie seiner Vorfahren schrieb sich Kopperrnigk, er selbst schrieb sich latinisiert Copernicus, gelegentlich auch Copernic. Diese kleinen Fragen des Namens spielen in der von polnischer Seite aufgestellten Hypothese eine Rolle, daß Kopernikus der polnischen Nationalität zuzurechnen sei²⁷⁶. Die Stadt Thorn war, zum mindesten hinsichtlich der höheren Schichten der Bevölkerung, von Deutschen bewohnt, war aber wenige Jahre vor des Kopernikus Geburt vom Deutschen Ritterorden an Polen verlorengegangen (1466). Kopernikus selbst fühlte sich als ein Deutscher; in allen Dokumenten, die auf uns gelangt sind, sehen wir ihn sich, wenn er nicht Latein schrieb, der deutschen Sprache bedienen. In Bologna, wohin er 1496 ging, findet sich sein Namen in dem Album „Nationis Germanorum“ eingetragen²⁷⁷.

Kopernikus studierte in Krakau Medizin; zugleich lernte er dort auch die Mathematik und Astronomie kennen, besonders geschah dies durch das Studium der Werke des Peurbach und des Regiomontan, welche damals in Wien lehrten und ein hohes Ansehen genossen. Von 1496 bis 1506 hielt er sich in Italien auf, und zwar in Bologna, in Padua und in Ferrara, wo er als Doktor des kanonischen Rechts promovierte. Er besaß also eine sehr universelle Bildung. Es steht auch fest, daß er die Schriften des Nikolaus von Cusa und des Marsilius Ficinus gekannt hat. Der Reformation schloß er sich nicht an; sein mit ihm hierin vielleicht gleichdenkender Freund Th. Giese publizierte 1525 eine Gegenschrift gegen die lutherische Reformation, in der

er auf die Gefahr von Revolutionen und anderen Störungen des öffentlichen Lebens hinwies. Die Jahre von 1505 bis zu seinem Tode 1543 verlebte dann Kopernikus, mit Armenpraxis und mit der Abfassung seiner großen, wohldurchdachten Arbeit beschäftigt, in seinem Bistum in Frauenburg. Man berechnet, daß die Grundidee seiner neuen Weltansicht ihm jedenfalls schon vor dem Jahre 1507 gekommen sein muß²⁷³. Er hielt aber sein Werk zurück, obwohl ihn seine Freunde zur Veröffentlichung drängten. Erst ein Jahr vor seinem Tode ließ er sich dazu überreden. Er erlebte die Herausgabe nicht mehr. Osiander, ein lutherischer Prediger in Nürnberg, überwachte den Druck und hielt es für geraten, dem Buche eine Einleitung voranzuschicken, in der er den Inhalt abzuschwächen suchte, indem er die neue Lehre nur als eine Arbeitshypothese für Rechenzwecke ohne entschiedeneren Realitätswert hinzustellen suchte. Er tat dies, ohne hierzu vom Autor ermächtigt zu sein. Er ließ diese Vorrede ohne Unterschrift, so daß man sie zunächst für Kopernikanisch hielt. Erst durch Kepler ist es bekannt geworden, daß sie von Osiander herrührte. Wir können nicht daran zweifeln, daß Kopernikus selbst einen ganz ernsthaften Realitätsglauben mit seiner Theorie verbunden hatte. Das Buch trug den Titel: „Nicolai Copernici Torinensis, De revolutionibus orbium coelestium libri VI, Norimbergae 1543.“ Eine kürzere summarische Darstellung hatte Kopernikus 1530 unter dem Titel: „De hypothesibus motuum coelestium commentariolus“ verfaßt, sie jedoch nur ungedruckt im Freundeskreise als Manuskript zirkulieren lassen. Übrigens kam dem großen Entdecker mit dem Druck der neuen Lehren einer seiner Schüler zuvor: Der Mathematikprofessor Rheticus aus Wittenberg reiste 1539 nach Frauenburg, um die neue Lehre an der Quelle zu studieren. Dieser Rheticus gab dann 1540 in Danzig eine „Narratio prima“ im Druck heraus, in der er die Lehren des Kopernikus der Öffentlichkeit darstellte. 1542 gab derselbe Rheticus die dem Hauptwerke des Kopernikus eingefügte Trigonometrie als überarbeiteten Sonderdruck zu Wittenberg heraus.

Kopernikus stürzte die anderthalbtausendjährige Astronomie des Almagest. Dies Wort stammt aus dem Arabischen und ist eine arabische Korruption der griechischen Worte ἡ μεγάλη σύνταξις. Es ist in der Mitte des zweiten Jahrhunderts n. Chr. von Ptolemäus geschrieben worden, der

dazu viele ältere Quellen, besonders den Hipparch, benutzte. Bekanntlich ließ dieses System die Erde im Mittelpunkt der Welt ruhen, und zwar als eine Kugel. Weder drehte sie sich, noch bewegte sie sich vom Platze. Alle Gestirne hatten sich in Kreisen um die Erde zu bewegen, und wenn die Beobachtung keine vollen klaren Kreise lieferte, so ward postuliert, daß die betreffenden Gestirnbewegungen sich aus mehreren Kreisbewegungen zusammensetzen mußten. Dies konnte so geschehen, daß ein Kreis auf einem anderen abrollte (Epizykentheorie). Es gab aber noch eine andere Lösung zur Korrektur von Unstimmigkeiten. Obwohl die Erde unzweifelhaft im Mittelpunkt der Fixsternsphäre stehen sollte, so konnte doch für einzelne Planeten angenommen werden, daß deren Bahnmittelpunkte oder, genauer gesagt: die Bahnmittelpunkte ihrer Deferenten (das sind die fingierten bewegten Zentren der Epizyklen) nicht mit dem Erdmittelpunkte zusammenfielen. Es wurde dann also ein exzentrisches Herumschwingen der Deferenten um die Erde angenommen²⁷⁹.

Eine heliozentrische Auffassung war bekanntlich auch schon im Altertum versucht worden; der Almagest polemisiert gegen die Auffassung, daß die Erde sich bewege, und verwirft sie unter Angabe von Gründen, die in damaliger Zeit nicht als unvernünftig anzusehen waren. Am klarsten und konsequentesten ist die heliozentrische Auffassung im Altertum von Aristarch von Samos (um 265 v. Chr.) formuliert worden.

Wegen der Existenz dieser Vorläufer im Altertum drückt sich Kepler, der Bewunderer und mutige Vorkämpfer des Kopernikus in besonnen-bescheidener Weise über die Kopernikanische Tat so aus: „Kopernikus hat durch seine Entdeckungen bewirkt, daß wir verstehen können, was Aristoteles und Plutarch von den Pythagoräern und was Archimedes von Aristarch berichteten²⁸⁰.“

Kopernikus selbst gibt in seiner Vorrede an den Papst Paul III., dem er sein Werk widmet, einen Rückblick auf das, was aus der alten Literatur zu gewinnen war. Er habe zunächst bei Cicero gefunden, daß Niketas geglaubt habe, die Erde bewege sich. Später habe er bei Plutarch gefunden, daß auch andere dieser Meinung gewesen waren. Eine große Rolle spielt dann in der Entwicklung zur heliozentrischen Weltansicht jener Übergangsgedanke, daß wenigstens Merkur

und Venus um die Sonne laufen mögen (gleich wie Trabanten der Sonne), während man dann die Sonne selbst (mitsamt diesen beiden Begleitern) um die Erde laufen ließ. Dies war ebenfalls bereits im Altertum gelehrt worden und ist die natürliche Vorstufe in der Entwicklung des heliozentrischen Gedankens gewesen. Im Altertum hatte der Platon-schüler Herakleides Pontikos eine solche überleitende Ansicht sich gebildet. Kopernikus freilich nennt für diese Halbwegswahrheit den Marcianus Capella (aus dem fünften Jahrhundert n. Chr.) als seinen Gewährsmann. Es ist aber heute klar, daß in Herakleides Pontikos der wahre Ursprung dieses Gedankens zu suchen ist und daß Marcianus Capella nur der Vermittler desselben gewesen ist; der Vermittler scheint dabei den wahren Ursprung des Gedankens nicht gekannt zu haben.

Es ist lehrreich, die Entstehung eines großen Gedankens in der Reihenfolge der natürlichen Schritte zu betrachten, die zu ihm führen mußten. Wir verdeutlichen daher in möglichster Einfachheit des Ausdrucks und möglichster Kürze die Entwicklungen im Geiste des Kopernikus. Nachdem er einmal die Sache so angesehen hatte, als ob Merkur und Venus um die Sonne laufen, wagte er den weiteren Schritt, auch für Mars, Jupiter und Saturn diese Vorstellung zu durchdenken. Die Erde ließ er einstweilen noch feststehen. Mars, Jupiter und Saturn laufen außerhalb der Erdbahn, in größeren Kreisen und in längeren Zeiten als diese, um die Sonne. Merkur und Venus laufen innerhalb der Erdbahn in kleineren Kreisen und kürzeren Zeiten um die Sonne (Merkur in achtzig Tagen, Venus in neun Monaten). Natürlich ist es leichter und liegt näher, sich die relativ kleinen Umläufe des Merkur und der Venus als Umläufe um die Sonne vorzustellen, da sie sich nie sehr weit von derselben entfernen. Für die äußeren, ferneren Planeten ist das Bild nicht ein so einfaches; aber andererseits ist es prinzipiell in nichts von der Gesetzlichkeit der Merkur- und Venusbewegung unterschieden. Wir stehen also jetzt vor einem System, bei dem die Erde im Mittelpunkt der Welt feststeht, die Sonne um sie herumläuft und sämtliche sonstige Planeten dabei mit sich mitnimmt. Das Ganze ist ein Uhrwerk, das weit, weit größer ist als der Jahreskreis der Sonne um die Erde; es entsteht daher ein sehr mannigfach bewegtes Gesamtbild, das das speziellere Grundbild des Sonnen-

Erden-Verhältnisses nach allen Seiten hin überdeckt und überschreitet. Aus dieser Anschauung hat später Tycho de Brahe, als einziger, sein besonderes System gemacht, indem er hinter Kopernikus zurückging.

Kopernikus aber tat nun noch den letzten Schritt. Er stellte die Erde mitsamt dem sie umkreisenden Monde in die Reihe der übrigen Planeten hinein und ließ sie demselben Gesetze gehorchen wie jene. Es war ein Raum zwischen Venus und Mars leer geblieben, sagt er mit Recht. „Da somit alle sich auf einen Mittelpunkt beziehen, so ist es notwendig, daß der Raum, der zwischen dem Kreise der Venus und dem des Mars übrigbleibt, die Erde mit dem sie begleitenden Monde und allem, was unter dem Monde sich befindet, aufnimmt. Denn wir können den Mond, der unstrittig der Erde am nächsten steht, in keiner Weise von ihr trennen, zumal da wir in jenem Raum für ihn ausreichenden Platz finden²⁸¹.“

Es kommt bei diesen Fragen viel darauf an, wie genaue, klare und richtige Vorstellungen man sich von den Entfernungen der Himmelskörper macht. Es sei hier eine Tabelle wiedergegeben, welche das (zum Teil eigenerarbeitete) Wissen des Kopernikus mit dem heutigen in Vergleich setzt²⁸². Die Zahlen bedeuten die Abstände der Planeten von der Sonne, unter der Voraussetzung, daß der mittlere Abstand der Erde von der Sonne = 1 gesetzt werde.

	Kopern. Zahlen		Heutige Zahlen	
	kleinste Entf.	größte Entf.	kleinste Entf.	größte Entf.
Merkur	0,33	0,41	0,30	0,47
Venus	0,71	0,73	0,72	0,73
Mars	1,37	1,67	1,38	1,67
Jupiter	4,8	5,45	4,90	5,45
Saturn	8,66	9,76	9,00	10,07

Die Genauigkeit der Kopernikanischen Beobachtungs- und Rechnungsergebnisse ist also eine recht gute. Am relativ größten ist der Fehler bei Merkur; dieser Planet ist am schwersten zu beobachten.

Man pflegt heute gern zu sagen, daß es zunächst eine Sache des Beliebens sei, ob jemand die Ptolemäische oder die Kopernikanische Anschauung wählen wolle; unsere Zeit ist ja von der Gewohnheit, allerlei Betrachtungsweisen gegeneinander relativ zu setzen, sehr stark beherrscht. Gegen eine

solche Relativierung sprechen zugunsten des Kopernikus heute allerdings u. a. gewisse schwerwiegende kleine Tatsachen, die mit dem Begriffe der Zentrifugalkraft gegeben sind. Sehen wir von diesen einmal ab, so läßt sich auch noch manches andere gegen jenen Relativismus anführen, und das, was wir jetzt anführen wollen, liegt dem Gedankenkreise des Kopernikus selbst nahe. Es scheint ihm gefühlsmäßig das Folgende geleitet zu haben: Da die Erde (nach Kopernikus) durch ihren Umlauf um die Sonne alle jene Schleifenbewegungen der Planeten am Himmelszelt hervorbringt, — die eben nur ein Schein sind, in welchem die wahre Eigenbewegung der Erde auf eine verkehrte Weise für die Sinne zum Ausdruck kommt²⁵⁵, — muß die Einheit des Rhythmus der Erdbewegung in allen jenen Planetenschleifen, für die die Epizyklen erdacht sind, sich auf einheitliche Weise geltend machen. Das Wunder dieser in allen Epizyklen auftretenden Einheitlichkeit, die freilich bei der Verworrenheit der Erscheinungen nicht leicht als Einheitlichkeit zu erkennen ist, wäre also durch die Kopernikanische Anschauung auf ein absolut einfaches Faktum reduzierbar. Diese logische Situation wäre, nach allgemeiner wissenschaftlicher Tradition, geradezu zwingend für unsere Entscheidung zugunsten des Kopernikus gewesen, wenn nur nicht die Sprache der Erscheinungen etwas schwer lesbar gewesen wäre. Kopernikus selbst hat sich nicht dazu entschlossen, die Sache ganz deutlich auf diese Weise darzulegen; es mag dies eben darin seinen Grund haben, daß die Einheitlichkeiten (die Invarianzen sozusagen), von denen wir sprachen, nicht so deutlich in die Erscheinung treten, als man es nach unserer soeben gegebenen abstrakten Darlegung erwarten möchte. Wären die Erscheinungen des von uns richtig angegebenen prinzipiellen Tatbestandes auch äußerlich etwas einfacher und durchsichtiger, so würde man sich folgendermaßen ausdrücken können: Erstens, die Erde läuft in einem Jahre um die Sonne. Dieses zeitliche Grundmaß (der Jahreseinheit) muß also ungefähr, oder irgendwie abgewandelt, in allen Epizyklen der Planeten wieder zum Vorschein kommen. Geschähe dies genau genug und deutlich genug, so könnte man diese Tatsache allein schon als einen Beweis für das Kopernikanische System ansprechen. Zweitens, dies einmal angenommen, muß auch noch die räumliche Größe der Erdbahn um die Sonne in allen Epizyklen-

bewegungen der Planeten irgendwie als Invarianz enthalten sein. Dieser zweite Gedanke ist in der Tat in Kopernikus ganz klar und bewußt gewesen; denn auf ihn sich stützend, hat er seine neuen Berechnungen der Planetenabstände angestellt. Er schloß geradezu, daß, wenn die Epizykelbewegungen nur relative (sogenannte parallaktische) Widerspiegelungen der Erdbahnbewegung seien, aus ihrer scheinbaren Größe gemäß diesem Prinzip ihre absolute Größe und somit die Sonnenentfernungen der Planeten herausgerechnet werden könnten.

Die phronomische Kompliziertheit dieser parallaktischen Verhältnisse können wir hier nicht darlegen und völlig aufhellen; das würde den Rahmen überschreiten, der unserer Darstellung zugemessen ist. Diese Kompliziertheit hat es verhindert, daß die Kopernikanische Einsicht sich bereits frühern Geschlechtern eröffnete und aufdrängte. Man hat sich also zu überzeugen, daß hier ein schärferes geistiges Durchdringen, ein glücklich erratendes geistiges Sehen nötig war, und daß in einem solchen analytischen Prozeß — ähnlich etwa wie bei der Entdeckung des Unterschiedes zwischen Gemengen und Verbindungen in der Chemie — eine wesentliche Seite der Kopernikanischen Leistung lag. Ich glaube, daß es zum deutlicheren Verständnis der Geschichte der Wissenschaften beitragen wird, wenn es mir hiermit gelungen sein sollte, diesen Hauptpunkt deutlich herausgearbeitet zu haben²⁸⁴.

Denn dieser Schluß aus der Invarianz eines Grundrhythmus mußte sich unfehlbar für den ergeben, der scharfsinnig genug war, um auf diesen Punkt sein Nachdenken zu richten und die geometrischen Kompliziertheiten aufzulösen. Und zwar war es, um es noch einmal zu sagen, zunächst das Zeitmaß, nämlich das Erden-Sonnen-Jahr, das sich in irgendeiner Form bei allen Planetenepizyklen geltend machen mußte. Hinsichtlich der Raummaße der Planetenepizyklen konnte kein Beweis zugunsten der Kopernikanischen Theorie geführt werden, solange man die absoluten Abstände der verschiedenen Planeten von der Sonne nicht kannte. Diese wurden vielmehr jetzt erst auf Grund der Kopernikanischen Anschauungen richtig berechnet. Es gelang aber in dieser zweiten Frage dem Kopernikus der umgekehrte Schluß. Ist nämlich die Erdbewegung einmal als der Realgrund der in der Epizyklenlehre ausgedrückten Erscheinung anerkannt,

so kann man nunmehr postulieren, daß auch die räumlichen Größenverhältnisse der Epizyklen der verschiedenen Planetenbahnen diesem Realgrunde entsprechen müssen. Hieraus ergab sich die sehr beträchtliche Verbesserung in den Annahmen, die man über die Entfernungen der verschiedenen Planeten von der Sonne zu machen hatte. Das Resultat dieser Kopernikanischen Gedankengänge liegt in der soeben mitgetheilten Tabelle vor. Aus allem dem geht völlig klar hervor, daß es sich in den Leistungen des Kopernikus um mehr als um ein Spiel mit Relativitäten handelt. Und in der That hätte ein bloßer guter Einfall nicht genügt, um den Almagest zu stürzen; dazu gehörte eine gediegene gründliche Arbeit, welche auch der praktisch beobachtenden und messenden Astronomie bessere Unterlagen zu bieten vermochte, als sie sie vordem besaß.

Es ist hier jedoch noch darauf hinzuweisen, daß jene in der Tafel wiedergegebenen Planetenzahlen sämtlich nur relativ sind; sie setzen nämlich voraus, daß man die Entfernung der Erde von der Sonne kennt. Diese ist in der Tabelle einfach = 1 angesetzt. Die Zahlen sind also nur Proportionalzahlen. Der wahre Wert der Entfernung von der Erde ist erst im achtzehnten Jahrhundert ermittelt worden und erwies sich dabei als fast zwanzigmal so groß, als ihn Kopernikus sich dachte.

Wir betrachten nunmehr die Antworten, die Kopernikus auf die Einwürfe gegeben hat, die gegen die heliozentrische Ansicht schon vom Altertum her überliefert waren. Solcher Einwürfe gibt es hauptsächlich zwei: der eine bezieht sich auf Himmelsverhältnisse, der andere auf terrestrische Verhältnisse. In ersterer Hinsicht weist man darauf hin, daß bei einer Bewegung der Erde durch den Weltraum sich das Bild des Fixsternhimmels verändern (sozusagen: verzerren) müßte, je nach den Positionen, die die Erde jeweilig von Jahreszeit zu Jahreszeit im Raume einnähme. Es müßte an den Fixsternen das gleiche eintreten, was wir an den scheinbaren Bewegungen der Planeten eintreten gesehen haben. Man nennt diese scheinbare Bewegung der Fixsterne, die so postuliert werden muß, ihre Parallaxe. Man kann diesem Einwande gegen das Kopernikanische System nur dadurch ausweichen, daß man eine ungeheure Entfernthet des Fixsternhimmels von der Gesamtheit des Sonnen- und Planetensystems behauptet. Das tat denn auch Kopernikus. Aber man

begreift heute, daß gerade die Astronomen unter den Zeitgenossen des Kopernikus und in der Vergangenheit des Altertums vielfach Bedenken trugen, sich der heliozentrischen Weltansicht anzuschließen, eben weil sie diese mathematisch berechenbare große Schwierigkeit genau kannten. In der Tat gibt es eine parallaxische Bewegung der Fixsterne; aber dieselbe ist wegen der ungeheuren Entfernung derselben so klein, daß erst Bessel im neunzehnten Jahrhundert sie zu beobachten und zu messen vermochte²⁹⁵. Daß man sich überhaupt, ehe diese exakte Messung vorlag, zur Annahme des heliozentrischen Systems entschließen konnte, ist wissenschaftshistorisch und psychologisch sehr interessant. Denn es liegt hierin, daß unsere Zeit das Gewicht logischer Gründe, die innerhalb eines sehr verwickelten Systems konstruktiver Mannigfaltigkeiten ihre Stelle haben, höher zu bewerten vermag als die Postulate der extensiv-anschaulichen Phantasie. Für einen antiken Menschen konnte sich dies Verhältnis im Gewicht der Gründe noch nicht so stellen, sei es, daß man dies auf die geringere Entwickeltheit der speziellen Sachkenntnisse, oder sei es, daß man es auf das stärkere Vorwiegen der Phantasie zurückführen will. Das letztere Motiv ist wohl für das Altertum das wichtigere, wobei noch hinzuzunehmen ist, daß die antike Phantasie sich ungern mit Ausschnitten des Wissens begnügen mochte, sondern gern sogleich auf die Anschauung des kosmischen Ganzen hindrang.

Die zweite Art der Einwände gegen die heliozentrischen Ansichten stützt sich auf das, was auf der Erde geschieht bzw. geschehen müßte, wenn dieses oder jenes System richtig wäre. Ptolemäus meint, daß, wenn die Erde sich um ihre eigene Achse drehe, wobei sie noch im Mittelpunkt der Welt feststehen könnte, dies mit einer so enormen Oberflächengeschwindigkeit geschehen müßte, daß die Luft zurückbleiben würde. Selbst wenn man aber annähme, die Erde führe die Luft mit sich herum, so könnte doch das gleiche nicht für Körper behauptet werden, die frei und selbständig in dieser Luft herumfliegen. Hierauf hat Kopernikus erwidert, daß Ptolemäus die Erdrotation nach der Analogie gewaltsamer Vorgänge beurteile; es würde aber doch diese Erdrotation, wenn sie wirklich wahr wäre, eine natürliche Bewegung sein, und die Gesetze einer solchen könnten von denen der plötzlichen und heftigen Bewegung ganz verschieden sein²⁹⁶.

Merkwürdig ist, daß für die Gesamtheit der Welt Kopernikus nach alter Überlieferung die Kugelgestalt behauptete und sie sogar eingehend zu begründen suchte.

Wie wenig man zu des Kopernikus Zeiten noch gewohnt war, absolute und relative Bewegungen präzise zu unterscheiden, und wie wenig die Richtung der Bewegung als solche etwas galt oder gar die Beharrung in einer Winkelrichtung des unendlichen Raumes als Präsumtion hätte gelten können, zeigt sich bei Kopernikus in folgendem: Er erteilte der Erde neben der Achsendrehung und ihrem Sonnenumlauf noch eine dritte Bewegung, nämlich eine jährliche Kreisbewegung ihrer Achse, durch die nichts anderes erreicht werden sollte als das, was wir heute als das unveränderliche Feststehen der Erdachse, ihr Parallelbleiben mit sich selbst während des Jahresumlaufs bezeichnen. Kopernikus schien zu meinen, daß ein normaler Erdumlauf um die Sonne es mit sich bringen müßte, daß die Erde ihren Nordpol, den sie der Sonne im Sommer zuneigt, ihr auch das ganze Jahr über in gleicher Weise zuwenden müßte. Daher nahm er eine eigene Bewegung dafür in Anspruch, welche die Erdachse gleichsam zurückzudrehen hätte. Rothmann, ein Schüler und Freund des Kopernikus, verwarf alsbald diese Theorie als unnütz²⁵⁷.

Kopernikus konnte trotz der großzügigen Einfachheit seiner Theorie auf Epizyklen und Exzenter nicht verzichten. Es liegt dies im wesentlichen daran, daß er die elliptische Natur der Planetenumläufe nicht kannte. Die Astronomen unterscheiden zwei Arten der Ungleichheit, d. h. zwei Arten der Abweichung der Planetenbahnen vom einfachsten, nächstliegenden Kreisbahnideal. Die erste Art der Ungleichheit beruht, wie wir seit Kepler wissen, darauf, daß diese Bahnen in Wahrheit nicht kreisförmig, sondern elliptisch sind. Die zweite Art der Ungleichheit besteht in jenen Schleifen, deren Kopernikanische Theorie wir bereits betrachtet haben; sie beruht also auf dem Erdenumlauf um die Sonne und läßt sich als eine parallaktische Umgestaltung der Bilder der Planetenbahnen bezeichnen²⁵⁸.

Während der neue Gedanke des Kopernikus vor allem die Mühseligkeiten mit einem Male fortnimmt, die zur Erklärung der „zweiten Ungleichheit“ im Ptolemäischen System nötig waren, blieben die Schwierigkeiten der „ersten Ungleichheit“ zunächst noch bestehen, und Kopernikus be-

durfte daher ebenso wie die alten Astronomen hierfür einer Exzentertheorie.

Er nahm an, daß die Erdbahn zwar zunächst als vollkommene Kreisbahn zu denken sei, daß aber die Sonne nicht genau im Mittelpunkte dieses Erdbahnkreises stehe; der Mittelpunkt dieses Erdbahnkreises beschreibt einen eigenen kleinen Kreis in je $3\frac{1}{4}$ Jahren. Dieser kleine besondere Kreisumlauf findet indessen nicht etwa um die Sonne als Mittelpunkt statt, wie man zunächst denken könnte. Sondern dieser kleine Kreis, der hier beschrieben wird, liegt ganz außerhalb der Sonne, so daß die Entfernung der Erde von der Sonne in je $3\frac{1}{4}$ Jahren eine Schwankung erfahren müßte. Der gedachte leere Mittelpunkt des kleinen Kreises, von dem wir sprachen, aber läuft in 54 000 Jahren um die Sonne herum²⁸⁹.

Das sind Künstlichkeiten, welche die Künstlichkeiten des Ptolemäischen Systems analog widerspiegelten, und welche erst durch die Keplerschen Gesetze überflüssig werden konnten. Jedoch auch durch diese künstlichen Kopernikanischen Aufstellungen wurde die Anpassung an die Bedürfnisse der praktisch messenden Astronomie gegenüber dem früheren Zustande beträchtlich erhöht²⁹⁰.

Für die gewaltige Genialität und Geistesfreiheit des Mannes zeugt es übrigens, daß er auch die Möglichkeit elliptischer Bahnformen erwogen hat. Die Stelle, an der er in seinem Hauptwerk diesen Gedanken aussprach, ist dann allerdings während des Druckes des Buches — sei es von ihm selbst, sei es von Osiander — wieder ausgemerzt worden²⁹¹.

Wir geben zum Schluß noch etwas ausführlicher eine Stelle aus dem Hauptwerk des Kopernikus wieder, welche einiges von dem bereits Gesagten zusammenfaßt und auch sonst in mehrfacher Hinsicht interessant ist: „In der Mitte aber von allen Planeten steht die Sonne. Denn wer möchte in diesem schönsten Tempel diese Leuchte an einen andern oder besseren Ort setzen, als von wo aus sie das Ganze zugleich erleuchten kann? Wenn anders nicht unpassend einig sie die Leuchte der Welt, andere die Seele, noch andere den Regierer nennen. Trismegistos nennt sie den sichtbaren Gott, Elektra des Sophokles, den alles Sehenden. So lenkt in der Tat die Sonne, auf königlichem Throne sitzend, die sie umkreisende Familie der Gestirne. Auch wird die Sonne nicht des Dienstes des Mondes beraubt, sondern, wie Aristoteles

De animalibus sagt, der Mond hat zur Erde die größte Verwandtschaft. Indessen empfängt die Erde von der Sonne und wird schwanger mit jährlicher Geburt. Wir finden also in dieser Anordnung eine bewunderungswürdige Harmonie der Welt und einen zuverlässigen harmonischen Zusammenhang der Bewegung und Größe der Bahnen, wie er anderweitig nicht gefunden werden kann. Denn hier kann der eingehende Beobachter bemerken, warum das Vor- und Zurückgehen beim Jupiter größer erscheint als beim Saturn und kleiner als beim Mars, und wiederum bei der Venus größer als beim Merkur, und warum ein solcher Rückgang beim Saturn häufiger erscheint als beim Jupiter, seltener beim Mars und bei der Venus als beim Merkur . . . Und dies alles ergibt sich aus derselben Ursache, welche in der Bewegung der Erde liegt. Daß aber an den Fixsternen nichts von derselben zur Erscheinung kommt, beweist ihre unermeßliche Entfernung, welche selbst die Bahn der jährlichen Bewegung oder deren Abbild für unsere Augen verschwinden läßt, weil alles Sichtbare eine gewisse Entfernung als Grenze hat, über welche hinaus es nicht gesehen werden kann, wie das in der Optik bewiesen wird. Daß nämlich zwischen dem höchsten Planeten, dem Saturn, und der Fixsternsphäre noch sehr viel liegt, beweist der funkelnde Glanz der letzteren, durch welche Eigenschaft sie sich von den Planeten am meisten unterscheidet, wie denn zwischen Bewegtem und Unbewegtem der größte Unterschied bestehen muß. So groß ist in der Tat diese göttliche, beste und größte Werkstatt²⁹².“

Es ist zu beachten, daß gerade an dieser enthusiastischen Stelle Kopernikus die Rücklaufbewegungen der Planeten nennt.

Die ersten Anhänger fand Kopernikus an der Universität Wittenberg, wo außer dem bereits genannten Rheticus (1514 bis 1576) auch der Mathematiker Reinhold (1511—1553) für ihn eintrat. Dieser Wittenberger Mathematiker Erasmus Reinhold führte die Berechnung der auf Kopernikus beruhenden neuen astronomischen Tafeln aus, welche von allen Astronomen benutzt wurden, gleichviel ob sie Ptolemäisch oder Kopernikanisch gesinnt waren. Es war vermieden worden, irgendwie in diesen Tafeln die Grundanschauung des Kopernikus zur Geltung zu bringen. Aber die Tafeln waren besser als alle früheren. Früher waren die von spanischen Gelehrten des dreizehnten Jahrhunderts angefertigten so-

genannten Alfonsinischen Tafeln in Gebrauch gewesen. Die neuen Tafeln Reinholds hießen die prutenischen (d. h. die preußischen), weil, wie Reinhold in einem Brief erläutert, die meisten Beobachtungen einem Preußen, dem hochberühmten Nikolaus Kopernikus, entliehen seien. In dem Werke selbst wird der Name prutenische (preußische) Tafeln von der Widmung an Herzog Albrecht von Preußen abgeleitet, der das Werk finanziell unterstützte²⁹³.

Da Reinhold auch sonst sich meist mit Zurückhaltung über die Kopernikanische Grundansicht geäußert zu haben scheint, so bleibt als einziger entschlossener Anhänger der neuen Lehre damals nur Joachim Rheticus. Ein erster entschiedener Widerspruch ging von Melanchthon aus. Luther sagte: „Der Narr will die ganze Astronomie umkehren. Aber die Heilige Schrift sagt uns, daß Josua die Sonne stillstehen ließ und nicht die Erde.“ Melanchthon empfahl, die gottlose neue Lehre zu unterdrücken. Die katholische Kirche setzte das Hauptwerk des Kopernikus im Jahre 1616 auf den Index librorum prohibitorum. Dieser Erlaß ist (etwa 200 Jahre) später wieder aufgehoben worden.

Hinsichtlich des Giordano Bruno als eines Bekenners zum Kopernikanischen System verweisen wir auf die Darstellung in Band 15 dieser Sammlung. Er gehört jedoch nicht mehr den Zeitgenossen des Kopernikus an. Überhaupt geschah es erst ein halbes Jahrhundert später, daß neue Männer für Kopernikus eintraten. Das Erscheinen eines neuen Sterns im Sternbild der Cassiopeia 1572, das die Astronomen Europas in Aufregung versetzte, gab dabei einen mächtigen Anstoß. Der Engländer Digoges trat nun 1573 in einer Schrift für Kopernikus ein; desgleichen entschieden sich öffentlich Mästlin (1577), der Lehrer des Kepler in Tübingen, und Johann Baptista Benedetti (1855), der italienische Mathematiker, der Vorgänger Galileis.

Tycho de Brahe, dem man den Ehrenplatz einer Zwischenfigur zwischen Kopernikus und Kepler anzuweisen pflegt, entstammte einer schwedischen Familie und ist in Schweden im Jahre 1546 geboren. Als Jüngling wurde er durch die Beobachtung einer Sonnenfinsternis und durch das Studium des Almagest für die Astronomie gewonnen. Auch der Alchemie war er zugetan, und er hoffte mit Hilfe dieser dunklen Kunst die Mittel zu gewinnen, um sich eine Sternwarte schaffen zu können. Als er eines Abends im November 1572

sein alchemistisches Laboratorium verließ, nahm er einen neuen, vorher nicht gesehenen Stern im Sternbild der Cassiopeia wahr. Andere hatten diesen Stern schon einige Tage vor Tycho gesehen. Das neue Gestirn wuchs fortwährend an Helligkeit; in einem Monat hatte es den Glanz des Jupiter erreicht, und in einem halben Jahr stand es als ein Stern erster Größe da. Von da an nahm es stetig ab und erlosch zuletzt im Jahre 1574, also im ganzen nach zwei Jahren seit seinem Erscheinen. Solche Erscheinungen gab es am Fixsternhimmel im Laufe der Jahre von 1572 bis 1604 noch mehr, und es ist begreiflich, daß sie eine gewisse Erregung verursachten, besonders da doch Aristoteles den Sternen ein wandellooses Sein zugeschrieben hatte. Einige meinten, das Gestirn sei vom Planeten Jupiter in Brand gesteckt worden. Aber Tycho wies nach, daß es weit über Jupiter hinaus, ja über alle Planeten hinaus und wahrscheinlich daher in der Fixsternsphäre gestanden haben mußte.

Die Gründung einer Sternwarte war Tycho in der Tat beschieden, zwar nicht aus alchemistischem Erwerb, sondern durch die Freigebigkeit des Königs Friedrich II. von Dänemark. Auf einer kleinen Ostseeinsel errichtete er seine Arbeitsstätte, die bestausgerüstete, welche die Welt damals kannte. Sie erhielt den Namen Uranienborg. Dies geschah im Jahre 1580. Als der König, sein hoher Gönner, 1588 starb, begannen Intrigen gegen Tycho, in deren Mittelpunkt ein dänischer Minister stand; Tycho wich den Bedrohungen und Angriffen, denen er ausgesetzt war, aus, rettete von seinen Instrumenten und Aufzeichnungen das Wertvollste und folgte einem Rufe des Kaisers Rudolf II. nach Prag. Dies geschah im Jahre 1599. Von dort aus berief Tycho im gleichen Jahre den deutschen Gelehrten Kepler zu sich. Kepler wurde Tychos Hilfsrechner und erhielt die Erlaubnis, das umfangreiche Beobachtungsmaterial Tychos nach eigenem Ermessen zu verwerten. Diese Verknüpfung der Personen und Dinge ist von der größten historischen Bedeutung gewesen, und auf ihr beruhen zum guten Teil die Achtung und der Wert, die wir noch heute dem Leben und der Arbeit Tycho de Brahes beimessen.

Denn an eigentlich neuen und richtigen Einsichten hinterließ Tycho nichts von Bedeutung. Er stellte sich nicht auf den Standpunkt des Kopernikus, sondern versuchte es mit einem Mittelwege. Er ließ alle übrigen Planeten, außer

der Erde, um die Sonne laufen; dieses ganze System — mit der Sonne in der Mitte — aber sollte dann um die Erde sich bewegen. Es war kein Verdienst dabei, diesen vermittelnden Standpunkt zu ersinnen; denn Kopernikus selbst hatte in der einführenden Beschreibung seines Gedankenganges bereits diese Station möglicher Ansichten durchschritten und sie ausdrücklich dargelegt, jedoch ohne bei ihr zu verharren. Tycho entwarf sein System in der von ihm erstrebten und ihm erreichbaren Exaktheit der Berechnungen im Jahre 1584; die ersten genaueren Angaben darüber finden sich in einer Schrift von 1588²⁹⁴.

Diesem Tychonischen System hat sich fast niemand sonst angeschlossen. Alle feurigen Geister, die überhaupt das Alte zu verlassen sich entschließen mochten, gingen sogleich zu den vollen Konsequenzen des Kopernikus über. So auch Kepler. Aber wir kennen bereits die wissenschaftlichen Gründe, welche die Entscheidung für Kopernikus erschwerten. Tycho und andere Astronomen jener Zeit wußten sehr wohl, daß, wenn die Erde ihren Umlauf um die Sonne macht, die Kuppel des Fixsternhimmels im Laufe des Jahres von verschiedenen Raumpunkten aus betrachtet wird, die zwar alle ungefähr in der Mitte der Fixsternkuppel liegen, aber doch nicht in einem einzigen Punkt zusammenfallen. Denn als so ganz klein mochte man die Bahn der Erde um die Sonne denn doch nicht ansehen, um sie gleichsam in einem einzigen Punkt, gegenüber der Fixsternkuppel, zusammenfallen zu lassen. Und doch ist man genötigt, dies zu tun, wenn man nicht in Widersprüche anderer Art geraten will. Denn wenn die Kreisbahn der Erde irgendeine hierbei ins Gewicht fallende Ausdehnung hat, so muß sich, wie wir bereits sahen, das Bild der Sterne in der Fixsternkuppel im Laufe der Jahreszeiten verändern; die Fixsterne müssen ihre Stellungen gegeneinander ein wenig verschieben. „Eine jährliche Bewegung“ (der Erde), schreibt Tycho in einem Briefe, „würde die Fixsternsphäre in eine solche Ferne rücken, daß die von der Erde beschriebene Bahn im Vergleich zu jener Entfernung verschwindend klein sein müßte. Hältst du es für möglich, daß der Raum zwischen der Sonne, dem angeblichen Zentrum der Welt, und dem Saturn noch nicht $\frac{1}{700}$ des Abstandes der Fixsternsphäre betrage? Zudem müßte dieser Raum sternenleer sein. Dies ist notwendig der Fall, wenn

die jährliche Bahn der Erde, von den Fixsternen betrachtet, nur den Durchmesser einer Bogenminute haben soll²⁹⁵."

Tycho hätte statt $\frac{1}{700}$ sogar $\frac{1}{2800}$ sagen können, wenn er unsere heutigen Kenntnisse gehabt hätte. Denn 2800 Saturn-Bahn-Radien beträgt etwa die Entfernung des uns nächsten Fixsternes; die fernsten aber mögen noch viele millionenmal weiter von uns sein.

Tychos eigentliches Verdienst liegt in der Verfeinerung der Beobachtungsmethoden und in der Gewissenhaftigkeit der Messungen, also in der bewußten Verschärfung des Geistes der Exaktheit. Er übertraf alle seine Vorgänger in der Genauigkeit des Winkelmessens, auf der denn doch, besonders damals, fast alle Tatsachenkenntnis in der Astronomie beruhte. Er erreichte eine Genauigkeit, die nur noch um wenige Winkelminuten fehlgehen konnte. Dies ist sehr wichtig; denn eine Differenz von einigen Winkelgraden zwischen Beobachtung und Rechnung (Winkelgrade sind bekanntlich das Sechzigfache von Winkelminuten) vermochte bald darauf eine neue theoretische Revolution hervorzubringen. Die Stellung des Mars wich nämlich im Jahre 1608 um nahezu fünf Grad von dem Ort ab, den der Mars nach den von Kopernikus berechneten Tafeln hätte einnehmen müssen. Damals lebte Tycho de Brahe nicht mehr. Er war bereits nach zweijähriger Tätigkeit in Prag im Jahre 1601 gestorben. Aber sein Hilfsrechner, der große Kepler, hatte die Messungen und Berechnungen des Verstorbenen benutzt und fortgesetzt, und diese Materialien haben ihn auf den Weg zur Aufstellung seiner berühmten Gesetze geleitet. An die Stelle des Kreisprinzips trat das Prinzip der Ellipse.

Tycho de Brahe bat sterbend Kepler, er möchte doch die Tychonischen Hypothesen in seinem späteren Schaffen und Lehren mit berücksichtigen, besonders lag ihm dabei die Frage am Herzen, ob der Antrieb zur Bewegung von den Planeten selbst oder ob er von der Sonne ausgehe²⁹⁶. Kepler hat daran gedacht, als er seine *Harmonice mundi* schrieb; er bemerkt dort, daß sich das, was er lehre, auch auf das Tychonische System anwenden lasse, obwohl es noch besser zu dem Kopernikanischen passe.

Johannes Kepler wurde im Jahre 1571 in dem württembergischen Städtchen Weil geboren. Er war der Abkömmling eines verarmten Adelsgeschlechtes; in seinem Eltern-

hause herrschten traurige Verhältnisse. Sein Vater nahm Kriegsdienste an und fiel im Kampfe gegen die Türken. Der körperlich schwächliche Knabe, als Württemberger protestantisch erzogen und lebenslänglich treu in seinem Bekenntnis verharrend, ward ursprünglich für das Studium der Theologie bestimmt und kam daher in das theologische Stift zu Tübingen. Durch den an der Tübinger Universität lehrenden Mästlin, Professor für Mathematik und Astronomie, wurde Kepler für das Kopernikanische System gewonnen. Damit war es um seine Theologenlaufbahn geschehen.

Im Jahre 1593, also zweiundzwanzigjährig, erhielt er durch Vermittelung von Mästlin eine Stelle in Graz als Professor für Mathematik und Rhetorik. Es lag ihm dort unter anderem ob, den Kalender zu schreiben, wozu auch die Voraussage des Wetters und der politischen Ereignisse für das kommende Jahr gehörte. Infolge einer allgemeinen Protestantenvetreibung in den österreichischen Landen verlor Kepler diese Stellung, fand aber gerade im schwersten Augenblicke seine Zuflucht bei Tycho de Brahe, der ihn nach Prag berief. Dies geschah in den Jahren 1599—1600. Von Prag ging Kepler 1612 als Gymnasiallehrer nach Linz, woselbst er bis zum Jahre 1626 verblieb. In diesem Jahre wurde er infolge erneuter Protestantenvetreibungen gedrängt, auch diese ohnehin dürftig besoldete Stelle aufzugeben, und nun führte er ein notbedrängtes, unstetes Leben bis zu seinem Tode (1630). Das Leben ging rauh mit dem Manne um, dem eine der tiefsten, innerlichsten und reichsten Veranlagungen unter den Söhnen Deutschlands beschieden war.

Im Jahr 1611 verlor Kepler drei Kinder an den Pocken und seine Gattin an einem Fieber. Er war mit dem Kaiser Rudolf im Prager Schlosse bis zu dessen Tode 1612 eingesperrt. Als alsdann die Anfrage eines Geheimrats, übrigens zugleich eines ihm befreundeten, verständnisvollen Mannes, kam, warum die Himmelstafeln noch nicht erschienen, antwortete Kepler: „Damit die Ehre des Kaisers, bei dessen Kammerbefehlen ich verhungern müßte, geschont werde, schrieb ich nichtswürdige Kalender und Prognostika: das ist etwas besser als betteln. Als mein Töchterlein starb, verließ ich die Tafeln und wendete mich zur Harmonie des Himmels“²⁹⁷.

Auch nach Tychos Tode (1601) war Kepler zwar als Kaiserlicher Mathematiker und Hofastronom in Prag an-

gestellt (bis 1612). Aber die Staatskasse war oft leer, wenn es sich um die Auszahlung solcher Gehälter handelte. Als dann Kepler 1626 seine Stellung in Linz aufgeben mußte, schuldete ihm die Staatskasse 12 000 Gulden. Man suchte sich des Mahners zu entledigen, indem man diesen Betrag auf die Schultern Wallensteins übertrug²⁹⁵. Nun trat 1628 Kepler in die Dienste Wallensteins. Dieser stellte ihn als Professor in Sagan an, wo es ihm jedoch in der Gehaltsfrage nicht besser als früher erging. Als Wallenstein ermordet war, begab sich Kepler auf den Reichstag nach Regensburg, um dort auf dem Reichstage seine Forderungen geltend zu machen. Den überstandenen Entbehrungen und Aufregungen erlag jedoch jetzt sein Körper. Bald nach der Ankunft in Regensburg starb er, im Jahre 1630, im Alter von achtundfünfzig Jahren. Vor den Toren von Regensburg ist er begraben worden; doch der Dreißigjährige Krieg hat jede Spur von seinem Grab verwischt.

Erschütternd wirkt die Tatsache in Keplers Leben, daß, während der große Gelehrte seine gewaltigen Werke ersann, — er war damals in Linz, — seine in Württemberg lebende Mutter als Hexe verbrannt werden sollte. Eine ihrer Nachbarinnen erkrankte und verbreitete das Gerücht, sie sei von Frau Kepler behext worden. Der Vogt des Ortes machte sich an den Hexenprozeß. Kepler selbst eilte sogleich in die alte Heimat zurück, um einzugreifen; manche andere, die auch hätten eingreifen können, fürchteten sich vor Verwickelungen für die eigene Person. Es gelang Kepler, die Mutter vor der Folter und vom Flammentode zu retten. Die arme alte verfolgte Frau starb bald, nachdem sie freigesprochen²⁹⁶.

Unter den Werken Keplers sind folgende besonders wichtig: Als Fünfundzwanzigjähriger veröffentlichte er das „Mysterium cosmographicum“ (1596). Damals war er in Graz tätig. Er hat dies Werk fünfundzwanzig Jahre später (1621), nachdem er seine darin geäußerten Ansichten zum Teil geändert hatte, selbst neu herausgegeben, indem er es mit Anmerkungen versah. Die berühmten Keplerschen Gesetze sind in jenem Werke noch nicht enthalten. Die entscheidende Wendung von der Annahme einer Kreisbewegung zur Annahme einer elliptischen Bahnform bringt erst das 1609 von Prag aus herausgegebene Werk „De motibus stellae Martis“. Das dritte Keplersche Gesetz ward noch später gefunden. Die hierfür entscheidende Publikation sind die „Harmonices

mundi libri V" (1609). Eine Gesamtdarstellung seiner neuen Astronomie gab Kepler dann 1618—1621 unter dem Titel „Epitome astronomiae Copernicanae“ heraus. Nach Keplers Tode wurde 1634 ein nachgelassenes Werk des Meisters von seinem Sohne herausgegeben „Somnium Kepleri“ (Keplers Traum oder nachgelassenes Werk über die Astronomie des Mondes). In diesem Buche wird lehrhaft und zugleich dichterisch-phantasievoll der Versuch gemacht, die astronomischen Erscheinungen so darzustellen, wie sie einem Beobachter auf dem Monde erscheinen müßten. Als Brücke zum Monde dient den Dämonen, die den Reisenden begleiten, der Schattenkegel, der bei Finsternissen Erde und Mond verbindet. Einige meinen, daß dieses Werk den erhabensten Schöpfungen des menschlichen Geistes als Werk eines Sehers und Dichters beizuzählen sei³⁰⁰.

Kepler besaß überhaupt eine dichterische Begabung und soll sich in jungen Jahren auch in der Beherrschung der alten Sprachen ausgezeichnet haben.

Als das Töchterchen Helene seines Freundes Wackhenfels gestorben war, ersann Kepler ein kleines lateinisches Gedicht in zehn Versen, wobei ihm ein Sonnendurchgang des Merkur vor der Seele gestanden zu haben scheint. Ich gebe es hier in der deutschen Übersetzung von Emil Lucka (aus der Sammlung Gaia [1905]) wieder:

„Aus dem Weltraum ist der Planeten einer geschieden,
 Der sich kreisend ins glühende Reich der Sonne gewagt
 hat, —
 Ist er verschwunden, der majageborne, verbrannt' ihn die
 Sonne?
 Ich bin der kühne Planet, der den Strahlen des Lichts
 genaht ist,
 Gott ist die Sonne! Nicht schauen mich fürder sterbliche
 Blicke,
 Doch wie der Stern erstehe auch ich zu anderem Leben^{301!}“

Für sein eigenes Grab dichtete Kepler die Inschrift:

„Himmelsweiten errechnet' ich einst; jetzt mißt mich die
 Grube.
 Modert der Leib auch, es schaut selig sein Urlicht der
 Geist³⁰².“

Bei der anziehenden Mischung der seelischen Anlagen in Kepler, die sich in der dichterischen Mitgift, die ihm eigen war, merkwürdig kennzeichnet, werden wir uns nicht wundern, auch in seiner eigentlichen wissenschaftlichen Forschung eine eigenartige Vielseitigkeit zu finden. Es waren bei ihm die subjektiven Motive der Forschung, d. h. die schwungvollen, phantasiemäßigen Voreingenommenheiten, und die objektiven Motive, d. h. die Treue gegen die Tatsachen, zu einer schönen Einheit miteinander verbunden; obwohl die ersteren in auffälliger Menge und Kühnheit vorhanden sind, so vermischen sie sich doch nicht in unverständiger Weise mit den letzteren. Denn auch die Idee der Erfahrung bleibt bei Kepler nicht ein bloßes Schlagwort, wie noch mehr oder weniger bei manchem andern Manne jener Zeit, sondern die Schärfe der Beobachtung schreitet in bewußter und durchdachter Weise vorwärts. Keplers erste astronomische Hypothese führte ihn zu Schlußfolgerungen, deren Ergebnisse mit den Beobachtungen am Sternenhimmel nur um acht Winkelminuten differierten. Aber er war damit nicht zufrieden. Seine entscheidende astronomische Reform entstand, wie er selbst sagte, weil ihm diese Differenz zwischen Messung und Rechnung keine Ruhe ließ.

In schönen Worten gibt Kepler dieser Doppelseitigkeit seiner Forschungsantriebe — von den Sternen und von der eigenen Vernunft her — folgenden angemessenen Ausdruck: „Nicht der Einfluß des Himmels ist es, der jene Erkenntnis in mir geweckt hat, sondern sie ruhten gemäß der Platonischen Lehre in der verborgenen Tiefe meiner Seele und wurden nur geweckt durch den Anblick der Wirklichkeit. Das Feuer des eigenen Geistes und Urteils haben die Sterne geschürt und zu rastloser Arbeit und Wißbegierde entfacht: nicht die Inspiration, sondern nur die erste Anregung der geistigen Kräfte stammt von ihnen²⁰³.“

Um die gewaltige Originalität dieser Mischung der Kräfte in Kepler kennenzulernen, wenden wir uns, ehe wir von seinen entscheidenden Entdeckungen sprechen, seinem genialen Jugendwerke zu.

Dieses Jugendwerk Keplers ist das „Mysterium cosmographicum“, das er als Fünfundzwanzigjähriger in Graz fertigstellte. Dies Werk enthält eine Schöpfung von großer Kühnheit, die, obwohl verfehlt, unser allergrößtes Interesse verdient, weil sie uns zeigt, auf wie seltsame Art man einst nach Real-

gründen zur Erklärung der Erscheinungen zu suchen sich getraute und auf wie seltsame Art man Mathematik und Erfahrung zu mischen wagte. Diese phantastischen Ideen Keplers sind es, welche man in Zusammenhang mit den neuplatonischen und neupythagoräischen Strömungen gebracht hat, die damals die geistige Atmosphäre erfüllten, und welche man auch wohl durchaus damit in Zusammenhang bringen darf. Kepler stellt sich die verwegene Aufgabe, sowohl Zahl als Größe als Bewegungen der Himmelskörper aus Ursachen zu erklären. Was gibt es an den Tatsachen, so fragen wir uns heute, das ihn auf eine solche Idee hinleiten konnte? Die Antwort muß lauten, daß dies zum Teil dasselbe ist, was auch Kant später zu seiner Nebularhypothese angeregt hat. Die Planeten folgen nämlich einander in Abständen von der Sonne, die allmählich immer weitere und weitere werden³⁰⁴. Ihre Tangentialgeschwindigkeiten werden, von Merkur anfangend bis zum Saturn, immer langsamer und langsamer, und da überdies ihre Bahnen um die Sonne herum immer länger und länger werden, so werden um so mehr auch die Umlaufzeiten um die Sonne immer länger und länger, von wenigen Wochen anfangend bis zu vielen Jahrzehnten. In alledem scheint etwas wie ein System zu liegen. Aber wie und wo finden wir die Wurzel dieses Systems? So fragte sich Kepler. Zunächst ist wichtig, daß es für die damalige Zeit sechs Planeten gab: nämlich Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn. Warum gerade sechs? Hat diese Zahl irgendeine besondere Bedeutung, irgendeinen Vorzugswert in der Welt? Und da nun erinnert sich Kepler, daß es fünf reguläre Polyeder gibt, gerade nur fünf, nicht mehr und nicht weniger. Aber die Zahl 5 und die Zahl 6 hätten hier keine sehr tiefe Verbindung miteinander, außer wenn wir etwa bedenken, daß es zwischen den sechs Planeten-Umlaufs-Kreisen fünf Zwischenräume geben muß. Wie, wenn wir diese Zwischenräume mit den fünf regulären Polyedern in irgendeiner prinzipiell klaren Weise füllten oder in Zusammenhang brächten? Das gelingt nun Kepler, und zwar auf folgende Art.

Man denke sich den Merkur auf einer durchsichtigen Kugel angebracht, deren Mittelpunkt im Zentrum der Sonne liegt. Mit dieser Kugeloberfläche rotiert Merkur um die Sonne. Nun legt man um diese Kugeloberfläche ein reguläres Oktaeder, so daß die Flächen des Oktaeders die Oberfläche der Kugel

tangential berühren. Die Merkurbahnkugel ist also dann die Inkugel des Oktaeders. Durch die nach außen spitz hervortretenden Ecken des Oktaeders lege man nun abermals eine Kugel, eine Umkugel also für das Oktaeder, deren Mittelpunkt natürlich auch im Zentrum der Sonne liegen muß. Diese Umkugel wird die Venus tragen und sie im Umschwunge um die Sonne führen. Man sieht also, daß das Oktaeder die Bahn der Venus von der Bahn des Merkur scheidet, und zwar auf eine präzise, rein mathematische Weise. Auf die gleiche Weise scheidet nun ein Ikosaeder die Bahn der Erde von der Bahn der Venus. Das Ikosaeder ist der Erdbahnkugel eingeschrieben und der Venusbahnkugel umgeschrieben. Zwischen der Bahn der Erde und der Bahn des Mars liegt in der gleichen Weise ein Dodekaeder. Zwischen dem Mars und dem Jupiter liegt ein Tetraeder. Zwischen dem Jupiter und dem Saturn liegt ein Würfel. — Die Theorie stimmt in guter Annäherung mit den beobachteten Abständen der Himmelskörper voneinander überein. Alle fünf regulären Polyeder sind untergebracht; alle sechs damals bekannten Planeten haben ihre mathematisch bestimmte Stelle erhalten. Das ist die Lösung des Sternenwelt-rätsels durch das Mysterium cosmographicum. Man kann sich dem Eindruck einer gewissen Großartigkeit der Erfindung nicht entziehen.

Wir haben unsere Darstellung der Polyedertheorie ein wenig vereinfacht, um sie leichter verständlich zu machen. Wir müssen daher jetzt noch eine Ergänzung anbringen. Die Kugelschalen, von denen wir sprachen, sind bei Kepler nicht reine geometrische krumme Flächen, sondern sie haben eine gewisse Dicke. Weil nämlich die Bahnen der Planeten um die Sonne etwas exzentrisch liegen, wie Kopernikus anerkannt hatte, muß Keplers Theorie dieser „Ungleichheit“ Rechnung tragen. Er nimmt daher für jeden Planeten zwei Kugelschalen in Anspruch, eine, welche seiner größten Sonnennähe (dem Perihel, wie wir heute sagen würden) entspricht, und eine, welche seiner größten Sonnenferne (dem Aphel, wie wir heute sagen würden) entspricht³⁰⁵.

Alle Kugelschalen liegen also genau im Sonnenmittelpunkt zentriert; aber die äußere und die innere Kugelschale für die Erdbahn z. B. haben einen solchen Abstand voneinander, daß sich zwischen ihnen die Erde mit ihrer gegebenen planetischen „Ungleichheit“ eben gerade frei bewegen kann.

Dasselbe gilt für den Mars und ebendasselbe auch für jeden anderen Planeten. Kepler modelt nun an diesen Ungleichheiten, die doch nicht ganz genau meßbar waren und feststanden, so lange herum, bis er einen leidlichen Einklang zwischen der geometrischen Idee und den Zahlen der Kopernikanischen Tafeln erzielt hat. Will nicht alles aufs Haar stimmen, so hält er sich für berechtigt, auch noch an mögliche Korrekturen dieser Tafeln zu denken.

Daß nicht alles völlig übereinstimmt, wird ihm klar, und er stellt fest:

Der Kubus, der zwischen der äußeren Jupiterbahn-Schale und der inneren Saturnbahn-Schale liegt, müßte ein Radienverhältnis der beiden gedachten Kugelschalen (der eingeschriebenen und der umgeschriebenen) aufweisen = 577:1000. Das analoge Verhältnis für Inkugel und Umkugel beim Tetraeder, das zwischen Mars und Jupiter liegt, müßte sich stellen = 333:1000. Für das Dodekaeder zwischen Erde und Mars würde die Proportion 795:1000 gelten müssen; für das Ikosaeder zwischen Venus und Erde würde ebenfalls die Proportion 795:1000 gelten müssen; für das Oktaeder zwischen Merkur und Venus hätten wir das Verhältnis 577:1000 in Ansatz zu bringen. Die erfahrungsmäßigen Maße weichen jedoch hiervon in folgender Weise ab:

Statt 0,577	haben wir	0,635
„ 0,333	„ „	0,333
„ 0,795	„ „	0,757
„ 0,795	„ „	0,794
„ 0,577	„ „	0,723

Die letzte Abweichung beim Merkur ist so beträchtlich, daß Kepler hier, in Parenthese gleichsam, eine andere theoretische Grundlage für diesen besonderen Planeten erwägt; er stellt statt der Inkugel des Oktaeders den größten, dem Oktaeder einzeichnenbaren Kreis in Rechnung. Dann bleibt nur noch die Abweichung:

Statt 0,707 haben wir 0,723.

Diese Bedenklichkeiten hielten ihn jedoch nicht ab, dabei zu bleiben, daß eine solche mathematische Verwandtschaft nicht in die Erscheinung treten würde, wenn Gott bei der Schöpfung der Welt nicht die regulären Körper vor Augen gehabt hätte³⁰⁶.

Wir schreiten nun zur Betrachtung des zweiten großen

Wurfes des Keplerschen Genius, zur Entdeckung der beiden ersten Planetengesetze.

„Ich halte es“, schrieb Kepler 1609, „für eine Fügung der Vorsehung, daß bei meiner Ankunft (bei Tycho) gerade der Mars untersucht wurde. Durch die Bewegung dieses Gestirns müssen wir zu den Geheimnissen der Astronomie gelangen oder darin beständig unwissend bleiben³⁰⁷.“ Die Bahn des Mars weicht nämlich unter allen Planetenbahnen von der Kreisform am meisten ab. Er vollendet in wenigen Jahren seinen Umlauf um die Sonne; das ist gegenüber Jupiter und Saturn wiederum ein Vorteil für die Arbeit eines einzelnen Menschen, der auf ein Resultat begierig ist. Tychos Marsbetrachtungen erstrecken sich über einen Zeitraum von sechzehn Jahren und waren bis auf wenige Winkelminuten genau. Das war also ein Material, mit dem ein phantasievoll-genialer und zugleich geduldiger und scharfsinniger Geist etwas anfangen konnte.

Um die Theorie mit den Tatsachen der Marsbahn in Übereinstimmung zu bringen, hat Kepler in jahrelangem Bemühen es erst mit neuen Annahmen über die exzentrischen Kreise versucht. Aber es blieben Differenzen bis zu acht Winkelminuten zwischen Rechnung und Beobachtung. Dann versuchte es Kepler mit ovalen Bahngestalten, die er bald Ellipioide, bald Metopoide, bald Oide nannte³⁰⁸. Die Preisgabe des antiken Vorurteils zugunsten des Kreises war hier schon eine entscheidende Tat. Dann geriet er auf die Form der Ellipse. Es hatte ja auch die Form der Ellipse ihre geheimen mathematischen Reize für die Phantasie des harmoniegläubigen Denkers. In einem ihrer Brennpunkte stand die Sonne. Das war das erste Keplersche Gesetz.

Er fand zu gleicher Zeit auch das zweite³⁰⁹, jedoch das dritte erst viele Jahre später. Das zweite Gesetz handelt von der Geschwindigkeit des Gestirns; dieselbe ändert sich langsam von Ort zu Ort während des Umlaufs auf der Ellipsenbahn. Kepler verglich in dieser Hinsicht die äußersten Bahnpunkte, den Punkt der größten Sonnennähe (des Perihel) und den Punkt der größten Sonnenferne (des Aphel) miteinander. Er glaubte zu finden, daß die Geschwindigkeiten an diesen beiden Punkten dem Verhältnis der Abstände von der Sonne umgekehrt proportional seien. Das ist für jene beiden besonderen Punkte auch richtig; in der verallgemeinerten Form, die er seiner Formel gab, war seine Auffassung

freilich unrichtig. Er nahm nämlich an, daß die Geschwindigkeit des Planeten sich überall umgekehrt proportional zum Radius Vektor verhalte. Dies ist falsch. Sie ist umgekehrt proportional dem Lote, das vom Sonnenzentrum aus auf diejenige Tangente gefällt werden kann, die die Ellipse im Punkte der gerade betrachteten Stellung des Planeten berührt. Indem Kepler von seiner falschen Vorstellung aus weiterging, gelangte er indessen dennoch zu dem richtigen Satze: Der Radius Vektor bestreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume. Daß dies Resultat richtig werden konnte, verdankte Kepler einem zweiten Fehler, den er in der Beurteilung der Verhältnisse des Unendlich-Kleinen machte. Die Theorie des Infinitesimalen war damals noch nicht vorhanden, und die Art, in der Kepler nichtsdestoweniger viele hierher gehörige Fragen zu lösen verstand, war höchst erstaunlich, ja geradezu genial und von bedeutenden Resultaten gekrönt. Aber nichtsdestoweniger konnte er dabei zuweilen irren.

Die beiden Fehler, die er machte und die sich in der Wirkung aufhoben, wie wir schon sagten, sind natürlich im Hinblick auf die ungeheure Größe seiner Leistung klein zu nennen. Auf ihre nähere Verdeutlichung muß hier verzichtet werden. Daß sie sich aufhoben, war natürlich kein bloßer Zufall, sondern eine Folge des beständigen Vergleichs der Theorie mit den gegebenen Tatsachen. Kepler war wahrscheinlich sehr glücklich, die Übereinstimmung seiner letzten Sätze mit den Tatsachen feststellen zu können, und ward dadurch verleitet, die innere Ordnung der Deduktion in einer Kleinigkeit zu vernachlässigen³¹⁰.

Mit der Entdeckung der beiden ersten Keplerschen Gesetze hätte sich wohl ein großer Astronom und Mathematiker zufrieden geben können und ein Heutiger hätte dafür dann wohl auch willig die verfehlte Polyederspekulation fahren gelassen. Kepler vermochte nicht so enthaltsam hinsichtlich seiner geistigen Zwecke zu denken. Ihn beherrschte auch weiterhin der Trieb, das Planetensystem als ein Ganzes zu erfassen; er vermochte nicht die sechs großen Himmelskörper, die um die Sonne fliegen, als voneinander unabhängige Zufälligkeiten zu betrachten. Sie gehorchten zwar den gleichen Gesetzen der elliptischen Bahnform und der darauf ein wenig schwankenden Geschwindigkeiten. Aber gab es sonst nichts, was sie miteinander verband und was jedem

seinen Platz in dem schönen Ganzen anwies? Erst durch sein drittes Gesetz glaubte Kepler dieser Frage Genüge leisten zu können. Auf dieses dritte Gesetz war er vielleicht am stolzesten und darüber am meisten erfreut. Er veröffentlichte es 1619 in der „Weltharmonie“ (*Harmonice mundi*). „Dasjenige,“ ruft er aus, „dem ich den größten und besten Teil meines Lebens gewidmet habe, ist jetzt gefunden und die Wahrheit auf eine Weise erkannt, die selbst meine glühendsten Wünsche übersteigt³¹¹.“ Das dritte Gesetz lautet: Es verhalten sich die Quadrate der Umlaufzeiten der verschiedenen Planeten zueinander wie die Kuben der großen Achsen ihrer Bahnen. Man begreift, ein wie großes Staunen die hier auftretenden mathematischen Relationen der Quadrate und Kuben hervorrufen mußten. Was aber wesentlicher ist: es scheint damit ein Band um die Vielheit der Planeten geschlungen zu sein, das sie alle miteinander verbindet. Indessen mit heutigem Maße gemessen, würde vielleicht eine kleine Übertreibung, eine kleine prinzipielle Überschätzung des Geleisteten darin liegen, wenn man glauben würde, daß das dritte Keplersche Gesetz etwa an die Stelle der Polyedertheorie treten und das leisten könnte, was jene hätte leisten sollen. Wir werden übrigens gleich noch sehen, daß Kepler die Polyedertheorie keineswegs aufgegeben hat³¹². Das dritte Keplersche Gesetz bestimmt nämlich nichts über die Anzahl und nichts über die Abstände der Planetenbahnen voneinander. Das Dasein eines jeden dieser Körper bleibt, mit heutigen Augen gesehen, auch bei diesem dritten Gesetz zufällig und ebenso unabhängig von dem Dasein der andern, wie es nach dem ersten und zweiten Gesetze war. Doch war die Entdeckung dieses dritten Gesetzes immerhin ein Schritt mehr zur geistigen Erfassung des ganzen Systems. Besonders zu einer Zeit, in der das Prinzip der allgemeinen Gravitation noch nicht erkannt war, mußte sein Eindruck ein gewaltiger sein.

Die wunderbare Mystik, mit der die Entdeckung dieser so überaus präzisen Gesetze umrankt war, liegt einerseits darin, daß Kepler an der Polyedertheorie noch immer festhielt, und andererseits darin, daß er auch noch eine Lehre von der Sphärenmusik mit dieser astronomischen Systemansicht verband.

Schon im *Mysterium cosmographicum* hatte sich Kepler mit Spekulationen über die musikalische Harmonie beschäftigt, und zwar werden merkwürdigerweise dort diese Har-

monien in Beziehung zu den Polyedern gesetzt. Es wird aber ausdrücklich gesagt, daß hier „der innere Zusammenhang noch nicht gefunden ist“³¹³. Auf Gestirnverhältnisse wird dabei nur von ferne hingedeutet, auch Astrologisches wird dabei berührt.

In der letzten endgültigen Form lautet die Lehre von der Sphärenmusik bei Kepler so.

Die Winkelgeschwindigkeiten der Planeten in ihrem Umlauf um die Sonne könnten für die Gottheit hörbare Töne hervorbringen. Der Ton des Saturn wächst, allmählich ansteigend, vom Aphel zum Perihel innerhalb einer großen Terz, der Ton des Jupiter innerhalb einer kleinen Terz, der des Merkur innerhalb einer Decime. Wenn die verschiedenen Planeten einmal gleichzeitig in analogen Anfangsstellungen, an dem einen Ende ihrer großen Bahnachsen sich befinden würden, würden schöne Konsonanzen hörbar sein. Saturn und Jupiter würden dann zusammen als Oktave klingen, Mars und Erde zusammen als Quinte. Der Akt der Welterschöpfung wäre in jenen Zeitpunkt zurückzuverlegen, in dem alle Planeten in den Anfangsstellungen in den Scheitelpunkten ihrer Ellipsen zusammengestanden haben könnten; damals wäre ein sechsgliedriger voller Akkord, dem Ohr des Schöpfers vernehmbar, realisiert worden³¹⁴.

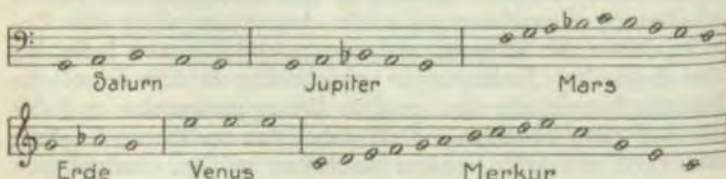
Dies alles sollte nicht Phantasie, sondern rechnerisches Ergebnis sein. Um dies Ergebnis zu erlangen, stellte sich Kepler seine Aufgabe so, daß er mit Rücksicht auf die zu erhaltenden Klangharmonien die Annahmen über die Exzentrizitäten der Ellipsen so lange zu modifizieren habe, bis alle diese drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt seien: die Polyedertheorie, die drei großen Bewegungsgesetze und der musikalische Wohlklang. Daß dabei den meßbaren Gestirnsstellungen ebenfalls Genüge geschehen müßte, versteht sich von selbst. Nur für die Perihel- und Aphelstellungen postulierte Kepler die klangharmonischen Verhältnisse. Im Aphel ist der Planet auf einen tieferen Ton gestimmt, wegen seiner geringeren Geschwindigkeit als im Perihel. Diese beiden Töne — des Aphel und des Perihel — sollen ein reines Verhältnis geben. Doch auch die Töne der verschiedenen Planeten sollen für die Aphel- und Perihelstellungen zusammenstimmen³¹⁵.

Wir geben hier die Tafel der Zahlenwerte, die die musikalischen Harmonien begründen. Links stehen die helio-

zentrischen Winkelbewegungen pro Tag im Aphel und im Perihel eines jeden Planeten. Rechts stehen die Bruchwerte, welche man erhält, wenn man die Winkelgeschwindigkeitswerte von Aphel und Perihel durcheinander dividiert.

Saturn	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 0^{\circ} 1' 46'' \\ \text{Perihel} = 0^{\circ} 2' 15'' \end{array} \right\}$	$\frac{1'46''}{2'15''} = \frac{4}{5} =$ große Terz
Jupiter	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 0^{\circ} 4' 30'' \\ \text{Perihel} = 0^{\circ} 5' 30'' \end{array} \right\}$	$= \frac{5}{6} =$ kleine Terz
Mars	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 0^{\circ} 26' 14'' \\ \text{Perihel} = 0^{\circ} 38' 1'' \end{array} \right\}$	$= \frac{2}{3} =$ Quinte
Erde	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 0^{\circ} 57' 3'' \\ \text{Perihel} = 1^{\circ} 1' 18'' \end{array} \right\}$	$= \frac{15}{16} =$ Halbton
Venus	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 1^{\circ} 34' 50'' \\ \text{Perihel} = 1^{\circ} 37' 37'' \end{array} \right\}$	$= \frac{24}{25} =$ Diesis (Viertelton)
Merkur	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Aphel} = 2^{\circ} 44' 0'' \\ \text{Perihel} = 6^{\circ} 24' 0'' \end{array} \right\}$	$= \frac{5}{12} =$ kleine Dezime

Kepler stellt die Musik der Planeten in ihren Sonnenumläufen in Notenschrift folgendermaßen dar, wobei wir uns in der Wiedergabe nur die Freiheit nehmen, sie in die Schrift der bekanntesten modernen Schlüsselzeichen zu übersetzen:



„Daß aber alle sechs harmonisch zusammenklingen,“ sagt Kepler, „das ist ein Ereignis, das sich in unendlich lange Zeiträume verhüllt, und ich weiß nicht, ob es im ganzen Weltengange bis heute überhaupt zweimal hätte eintreffen können. Ja, es scheint mir sogar den Anfang aller Zeiten festzulegen, von dem das Lebensalter der Welt anhebt“³¹⁶.

Im Zusammenhange mit diesen musikalischen Proportionsspekulationen entdeckte Kepler sein drittes großes und wahres Gesetz. Das ist äußerst merkwürdig; auch hat dieser

Umstand zwar seinen Eifer beflügelt und seine Geduld im Suchen gestärkt; aber er trägt auch an Umwegen die Schuld, die wir heute für unnütz halten möchten, nachdem wir in der Lage sind, das glückliche und richtige Resultat vor uns zu haben und von hier aus auf den Weg dazu zurückzublicken. Läßt man diese Umwege fort, so läuft das Essentielle, Fruchtbringende seines Gedankengangs auf folgendes hinaus. Würde man die Reihe der sechs Umlaufzeiten aufstellen und die Reihe der sechs Bahnachsen daneben schreiben und diese beiden Reihen und ihr Wachstum miteinander vergleichen, so könnte man zunächst hoffen, eine lineare Proportionalität zu finden. Allein dies trifft nicht zu. Die Bahnachsen steigen schon, ziemlich rasch anwachsend, zum Neptun hin in die Höhe; die Umlaufzeiten aber steigen noch rascher und mächtiger. Jetzt liegt es nahe, zuzusehen, ob das Verhältnis eine quadratische Natur habe. Wachsen etwa die Umlaufzeiten im Verhältnis der Quadrate der Bahnachsen? Kepler versuchte dies. Aber es erwies sich dies als ein Zuviel von Erwartung. So rapid wachsen die Umlaufzeiten im Verhältnis zu den Bahnachsen denn doch nicht. In dieser Situation versuchte es Kepler mit der Annahme eines mittleren Funktionsverhältnisses. Zwischen a^1 und a^2 (wobei a die Achse bezeichnet) liegt $a^{3/2}$. Und schon bringt dieser Exponent $3/2$ die Erfüllung, die Wahrheit! Denn aus diesem Ansatz folgt ohne weiteres: $u^2 = c \cdot a^3$ (wobei u die Umlaufzeit und c eine Konstante bedeutet).

Über die Entdeckung des Potenz-Exponenten $= 3/2$ sagt Whewell³¹⁷: „Allein diese erst hinterdrein bemerkte Leichtigkeit der Entdeckung ist eine Täuschung... Die Verbindung mehrerer Größen durch die Hilfe ihrer verschiedenen Potenzen kann nur von denen ausgehen, die mit den algebraischen Formeln innig bekannt sind, und zu Keplers Zeit war die Algebra noch nicht in die Geometrie eingeführt... Kepler pflegte seine formellen Gesetze immer nur auf dem Wege des physischen Rasonnements zu suchen.“ So war es in der Tat auch bei dieser Entdeckung gewesen. Physische, nämlich musikalische Harmonienspekulationen hatten Kepler geleitet und mannigfache Umwege veranlaßt. Nachdem aber die Aufgabe der Vergleichung der Zahlenreihen so gestellt war, wie wir es eben zeigten, lag in der Tat die letzte entscheidende Maßnahme in eben dem einfachen Zahlenexperiment, das wir mitteilten³¹⁸.

Kepler war sehr glücklich über diesen Fund. Er sagt darüber, in eben jenem Hauptwerk, in dem er diese Entdeckung veröffentlichte:

„Was ich vor zweiundzwanzig Jahren, gleich nachdem ich die fünf regulären Körper zwischen den Himmelsbahnen gefunden hatte, geahnt habe . . . die Harmonie des Himmels . . . um dessentwillen ich den Tycho de Brahe aufsuchte, Prag zu meinem Wohnsitze erwählte, das habe ich endlich unter dem Beistande des höchsten Gottes, der meinen Geist erleuchtete, das heiße Verlangen danach entzündete, Leben und Talente dazu schenkte — unterstützt durch die Freigebigkeit zweier Kaiser, die der Tod hinraffte, ehe noch das Werk vollendet war, sowie der oberösterreichischen Stände — das habe ich endlich ans Licht gebracht und über alle Erwartung für wahr befunden, daß all die Harmonie, welche ich im dritten Buche auseinandergesetzt habe, unter den himmlischen Bewegungen vorhanden ist, obschon nicht ganz so, wie ich anfänglich dachte, sondern (und das ist nicht meine geringste Freude) etwas anders, aber zugleich schöner und vortrefflicher. Nachdem nun vor achtzehn Monaten mir das erste Licht, vor dreien der gewünschte Tag und vor wenigen Tagen die Sonne selbst im vollen Glanze aufging: so hält mich nichts mehr zurück, mich dem vollen Jubel hinzugeben, mit dem offenen Geständnis unter den Menschen einherzuwandeln, daß ich die heiligen Gefäße der Ägypter entwendet habe, um meinem Gott einen Altar daraus zu bauen, fern von Ägyptens Grenzen. Wenn ihr mir dies verzeiht, soll es mich freuen; wenn ihr mir deshalb zürnt, werde ich's ertragen. Seht! ich werfe den Würfel und schreibe das Buch. Ob es die Mitwelt, ob es die Nachwelt lesen wird, gilt mir gleichviel. . . Mag es seinen Leser in hundert Jahren erwarten, hat doch Gott selbst sechs Jahrtausende lang den erwartet, der sein Werk beschauete³¹⁹.“

Auch seien hier noch die gegen Schluß des großen Werkes „*Harmonice mundi*“ stehenden Worte zitiert: „Soweit reicht,“ sagt dort Kepler, „was ich über das Schöpfungswerk Gottes durch mein Nachsinnen auszusagen vermochte. Nun liegt es mir ob, Augen und Hände von den Schreibblättern und den Beweisen abzuziehen und sie zum Himmel zu erheben und den Vater der Himmelslichter fromm und ergeben anzuflehen: O Du, der Du die Sehnsucht nach dem natürlichen Licht der Erkenntnis in uns erwecktest, der Du dem Licht

der Sterne uns zuwendest, um uns mit seiner Hilfe in das Reich Deines Ruhmes zu führen, ich danke Dir, Herr mein Gott, daß Du mich durch Deine Wunderwerke erquickst hast, und ich frohlocke über das Gewirk Deiner Hände³²⁰."

Da es uns hier nicht allein darum zu tun ist, uns die menschliche Charaktermischung des großen Mannes vor Augen zu stellen, sondern besonders auch darum, die ihm immanenten methodischen Energien richtig und allseitig zu begreifen, so möchten wir auch folgende Bemerkung Apelts nicht unerwähnt lassen. Es sei für die Erfolge Keplers entscheidend gewesen, sagt er, daß er sich zuerst um die Ermittlung des absoluten Maßes des Sonnenabstandes von der Erde bemühte, und daß er ferner alle Entfernungen der Gestirne von einander ihren realen räumlichen Distanzen nach ins Auge faßte, während es sonst meist Gewohnheit war, nur die Winkel, in denen sie von der Erde aus gesehen werden, rechnerisch zu beachten und zu vergleichen³²¹.

Diese Notiz gewinnt eine allgemeine Bedeutung, wenn wir uns bei dieser Gelegenheit klar machen, daß überhaupt die Richtung des Geistes auf das Konkrete, d. h. auf ein allseitiges Sehen von materiellen oder geistigen Zusammenhängen, das Wesen der geistigen Größe und der schöpferischen Kraft ausmacht. Der mittelmäßige Mensch begnügt sich mit Worten und Zeichen, auf Grund deren er eine Sache nur halb oder nur in Ansätzen sich vorstellt. Der geistesstarke Mensch dagegen dringt auf ein volles, ganzes und greifbar-klares Bild.

Indem wir uns nun wieder weiteren naturphilosophischen Sachfragen zuwenden, betrachten wir zunächst das Auftauchen des Begriffs der Gravitation bei Kepler.

Manche Buchdarstellungen heben den Unterschied zwischen Kepler und Newton allzustark hervor. Man stellt es gern so hin, als habe Kepler nur mathematische Formen in den Bewegungsgesetzen gesehen, aber an treibende Kräfte (in dem uns heute geläufigen Sinne des Wortes) dabei wenig gedacht. Das ist historisch unrichtig. Kepler hat den Gedanken einer von der Sonne ausgehenden Anziehungskraft sehr wohl besessen. Es fehlte nur wenig, so hätte er vielleicht auch zu der von Newton geleisteten Durchführung der Himmelsdynamik auf Grund des allgemeinen Gravitationsprinzips schreiten können. Schon in seinem Erstlingswerk hat Kepler sich klar darüber geäußert, daß eine Sonnen-

kraft eine Rolle in der Bewegung der Planeten spielen müsse und daß man an eine Abnahme dieser Kraft auf weite Entfernungen hin glauben müsse. In ebendemselben Werk (dem *Mysterium cosmographicum*) spricht Kepler davon, daß der Mond von der Erde angezogen wird. „Der Mond folgt oder vielmehr er wird dahin gezogen, wohin die Erde und in welcher Weise sie sich bewegt. Stelle dir die Erde ruhend vor, so wird der Mond niemals seinen Weg um die Sonne finden³²².“

Die richtige Erklärung der Ebbe und Flut durch die Anziehungskraft des Mondes war 1591 von Franciscus Patritius in seinem Werk „*Nova de universis philosophia*“ ausgesprochen worden. Dem hat Kepler in einem Briefe von 1607 zugestimmt. Galilei, der eine andere Ebbe- und Fluttheorie hatte, hat Kepler wegen dieser Stellungnahme getadelt.

Aber Kepler erkannte auch die Gleichartigkeit der Erde-Mond-Anziehung mit der Sonnen-Anziehungskraft und ging zu dem Begriff einer allgemeinen Massenanziehung über. Zwei im Weltraum allein befindliche Steine würden aufeinander zufliegen, bis sie in einem Punkt zusammentreffen, so führt er aus, und nimmt dabei (nicht ganz genau richtig) an, daß die Wege, die die beiden Steine einander entgegenziehen, sich umgekehrt proportional zu den Gewichten der Körper verhalten würden.

Es liegt hierin wohl auch die Einsicht enthalten, daß jede Anziehung gegenseitig sein muß (was heute gewöhnlich als das Prinzip der Wechselwirkung oder auch als das Prinzip von Aktion und Reaktion bezeichnet wird³²³).

Ein wesentliches Vorstellungselement scheint Kepler dabei freilich gefehlt zu haben: das ist das Prinzip von der Erhaltung der Bewegung; denn dies Prinzip verlangt, daß gegebene Geschwindigkeiten irgendwelcher Körper fortwirkend für das Gesamtbild aller kommenden Vorgänge determinierend bleiben. Wir werden diesen Mangel der Kepler'schen Anschauungen sogleich noch deutlicher hervortreten sehen.

Jedenfalls aber ist es Kepler, der zum ersten Male den Gedanken der allgemeinen Gravitation gehabt hat: alle Massen im Raume gravitieren gegeneinander, auch alle Gestirne tun es gegeneinander. Zuvor hatte man allenfalls nur gedacht, daß eine Anziehung jedes Gestirnzentrums auf die

von ihm etwa losgerissenen Teile anzunehmen wäre. Das gab eine Erklärung für den freien Fall auf der Erde und eine ebensolche Möglichkeit des Fallens von kleinen Körpern auf dem Monde, wofern kühne Geister dergleichen überhaupt für vereinbar mit der Unveränderlichkeit der Sterne halten konnten. Auf diesem Punkte, daß die Anziehungskraft nur im Bereiche eines jeden Sternes für sich gelte, verharrte noch Gilbert, und ebenso dachte auch Giordano Bruno in dieser Frage³²⁴.

Kepler denkt sich die Gravitationskraft von der Sonne ausstrahlend wie das Licht. Vorübergehend denkt er sogar daran, die Gravitation mit dem Licht zu identifizieren, d. h. sie für eine Wirkung der Lichtstrahlen zu halten; dann mußte, sagt er sich, die Wirkung der Sonnenanziehungskraft, ebenso wie die Helligkeit des Lichtes, im Quadrate der Entfernung abnehmen. Er hätte hieraus das Gesetz ableiten können, nach welchem die Bahngeschwindigkeiten der entfernten Planeten zu denen der sonnennäheren sich verhalten. Dies ist die Idee, deren Durchführung Newton berühmt gemacht hat. Leider hat sich Kepler entschlossen, diese Hypothese aus einem geringfügigen Grunde wieder zu verwerfen.

Kepler hat kein hohes Alter erreicht; er starb mit neunundfünfzig Jahren; Newton erreichte ein Alter von vierundachtzig Jahren; Galilei erreichte ein Alter von achtundsiebzig Jahren. Wären Kepler zwanzig Jahre mehr beschieden gewesen, so wäre er vielleicht auf seinen zunächst verworfenen Einfall zurückgekommen, und es wäre ihm dann wahrscheinlich auch möglich gewesen, diesen Gedanken mathematisch durchzuführen. Der Grund, aus dem er ihn verwarf, war geringfügig, ja sogar schwach: weil nämlich alle Planeten sich ungefähr in einer einzigen Ebene bewegen, so schien es ihm nahezuliegen, die Ausbreitung der Gravitation auch nur innerhalb der Ebene zu verfolgen und sie sich ganz in derselben konzentriert zu denken. Daraus ergibt sich ein anderes Abschwächungsgesetz als das des Quadrats der Entfernung. Für das Licht, das sich nach allen Seiten im Raume gleichmäßig ausbreitet, war ihm das Gesetz der quadratischen Abschwächung bekannt.

Aber die Anziehung allein erklärt noch nicht die ganze Tatsache der Planetenbewegung. Denn warum bewegen sich die Planeten nicht geradlinig auf die Sonne zu, wenn diese sie anzieht, sondern laufen um sie herum? Kepler bildet

sich, um diese Frage zu beantworten, die Vorstellung, daß die Planeten an den Kraftstrahlen der Sonne haften (wie von Polypenarmen eingefangen, sagt Siegel). Die Sonne selbst muß rotieren, um die Planeten bei der Rotation mit sich nehmen zu können. Diese Forderung, daß die Sonne rotieren müsse, wurde ein Jahr später, nachdem Kepler sie ausgesprochen hatte, von Galilei aus der Beobachtung der Sonnenflecken bestätigt oder wenigstens im höchsten Maße wahrscheinlich gemacht. Nun laufen allerdings nicht alle Planeten in der gleichen Zeit einer damaligen Sonnenumdrehung um die Sonne ganz herum, ihren vollen Bahnkreis vollendend; der Merkur braucht dazu achtundachtzig Tage, die Erde ein Jahr, die entfernteren Planeten mehrere Jahre. Folglich können die Kraftstrahlen der Sonne die Planeten nicht zwingend mit sich schleppen; sie können nur über sie hinwegstreichen und ihnen Anstöße erteilen. Die Rotationszeit der Sonne selbst aber dürfte nicht größer sein als die Umlaufszeit des sonnennächsten Planeten, des Merkur. Die Planeten zögern im Tempo, in dem sie mitgenommen werden, weil sie Widerstand bieten (den wir heute Trägheit nennen könnten) und weil der Einfluß der Kraftstrahlen der Sonne sich auf weite Entfernungen hin abschwächt. — Auffällig ist bei diesen Keplerschen Vorstellungen die Idee, daß es immer neuer Anstrengungen des Mitnehmens von seiten der Sonne bedürfe, um die Planeten überhaupt in Bewegung zu erhalten. Hier fehlte das bereits bezeichnete Glied in den Elementen der Theorie, welches Glied dann erst von Galilei geliefert worden ist.

Es ist hierbei übrigens noch wichtig, auf die Idee des Widerstandes, den die Materie der Bewegung bietet, hinzuweisen. Diese Idee hat bei Kepler noch keine vollkommen klare Fassung gewonnen, trifft aber im Kerne etwas Richtiges und etwas sehr Wesentliches. Kepler sagt: „Hätten die Planeten nicht ein natürliches Widerstreben, so ließe sich keine Ursache angeben, warum sie nicht der Achsenumdrehung der Sonne aufs genaueste folgen sollten. Nun aber gehen zwar alle Planeten nach der Richtung, in der die Sonne rotiert, aber der eine langsamer als der andere. Sie vermengen nämlich nach gewissen Verhältnissen mit der Geschwindigkeit des Bewegers“ (nämlich der Sonne) „die Trägheit ihrer eigenen Masse“³²³.

In der Idee, die sich Kepler vom Begriff der Kraft über-

haupt machte, ging er im Laufe seines Forscherlebens allmählich von animistischen Vorstellungen zu modernen abstrakt-physikalischen Vorstellungen über. Für diese Wendung war der Eindruck entscheidend, den die quantitativen Abhängigkeiten auf Keplers Phantasie machten. Giordano Bruno hatte noch in seinem Buche „De la causa, principio e uno“ (1584) gesagt, „daß es keinen Philosophen von Bedeutung gibt, der nicht die Welt und ihre einzelnen Sphären in irgendeiner Weise als belebt ansieht“. Kepler hat den Übergang von dieser Belebungsansicht zur toten mechanischen Kraftansicht zwischen der ersten und zweiten Ausgabe seines *Mysterium cosmographicum* vollzogen. Die erste Ausgabe erschien 1596, und er sprach dort noch in astronomisch-physikalischen Dingen von der Seele (*anima*); später gebrauchte er in solchen Fragen statt dessen nur noch das Wort Kraft (*vis*). Kepler selbst berichtet darüber in den Anmerkungen, die er der zweiten Ausgabe seines *Mysterium cosmographicum* 1621 beifügte. „Einst nämlich glaubte ich, daß die Ursache, die die Planeten bewegt, im absoluten Sinne eine Seele sei, da ich von den Lehren J. C. Scaligers über die bewegenden Intelligenzen erfüllt war. Aber als ich genau erwog, daß diese bewegende Ursache mit der Entfernung von der Sonne schwächer wird, da habe ich geschlossen, daß diese Kraft irgend etwas Körperliches sei, wenn nicht im eigentlichen, so doch in einem übertragenen Sinne des Wortes³²⁵. . .“ In diesem Gedankengange wurde Kepler später durch das Werk des Engländers Gilbert „Über den Magneten“ noch bestärkt, das 1600 erschien. Gilbert selbst hatte diesen Übergang zum modernen Kraftbegriff in sich noch nicht vollzogen. Aber Kepler zog in dieser Richtung die gleichen Schlüsse aus dem Eindruck der rein quantitativen Sprache der Tatsachen. „Auch hierdurch“, sagt er selbst im Hinblick auf Gilberts Werk, „bin ich dazu geführt worden, von der Partei des Geistes zur Partei der Natur und den magnetischen Fähigkeiten überzugehen³²⁷“.

Kepler nimmt überhaupt die durch Gilberts Studium des Magnetismus gebotenen Anregungen mit Begeisterung auf und geht sogleich daran, diese neuen Anschauungen über die Natur des Magnetismus ebenfalls mit seinen planetarischen Problemen zusammen zu denken. Er geht hierin zu weit; mit seiner Annahme einer Identität von Gravitation

und Magnetismus hat er unrecht. Gilbert hatte nachgewiesen, daß die Erde ein großer Magnet sei; er hatte dabei die magnetische Achse mit der Rotationsachse identifiziert und die Beibehaltung der Lage der Erdachse bei den Bewegungen der Erde aus dem Wesen des Magnetismus erklären wollen. Kepler versuchte, diese Ansichten auf alle Planeten anzuwenden. Und auch die Sonne sollte demgemäß als ein Riesenmagnet aufgefaßt werden. Hier trat freilich sogleich die Schwierigkeit hervor, die bei jeder solchen Magnettheorie in der Natur der Sache liegt: Kepler mußte, um zu klaren Anschauungen zu gelangen, annehmen, daß die ganze Oberfläche der Sonne den einen Magnetpol des Sonnenballes vorstelle, während der entgegengesetzte Magnetpol im Sonnenzentrum liege. Nach unserer heutigen Kenntnis kann es keinen solchen Magneten geben.

Über die Kometen bildete sich Kepler die Ansicht, daß sie durch zeitweilige Zusammenziehungen des Weltäthers entstünden. Er widersprach denen, die sie für irdische atmosphärische Erscheinungen hielten. Der Himmel sei so voll Kometen wie das Meer von Fischen.

Man sagt mitunter, daß die Entdeckung der Logarithmenrechnung, die in diese Jahre des beginnenden siebzehnten Jahrhunderts fiel, den Keplerschen Arbeiten zustatten gekommen sei. Dies kann jedoch nicht für die Aufstellung seiner berühmten Gesetze zutreffen. Denn erst seit 1620 hat Kepler die Logarithmenrechnung benützt. Entdeckt ist die Logarithmenrechnung durch den Schweizer Burgi und den Schotten Napier oder Neper³²⁸. Kepler konnte von ihr noch für seine *Tabulae Rudolphinae*, erschienen 1627, Gebrauch machen. Dies ist eine Art astronomischen Kalenders für Gelehrte, der die Stellungen aller Gestirne für bestimmte Zeitpunkte angibt und sie für alle anderen Zeitpunkte berechenbar macht.

Um das Bild der Arbeiten Keplers auf den Gebieten der exakten Wissenschaften in kurzen Zügen zu vervollständigen, müssen wir seine Bücher über die Optik und seine *Doliorum* erwähnen. Unter diesem letzten Wort faßt man den Inhalt seines Werkes „*Nova Stereometria Doliorum vinariorum*“ (Neue Stereometrie der Weinfässer, erschienen 1615) zusammen. Es ist ein rein mathematisches Problem, um das es sich in diesem Werke handelt. Lagrange hat von diesem Werke gerühmt, daß es an einem gewöhnlichen Gegenstande

die erhabensten Gedanken entwickele²²⁹. Über die Optik hat Kepler zwei wichtige Werke geschrieben: die „Supplemente zum Vitellio“ („Ad Vitellionem Paralipomena“, 1604) und die Dioptrik („Dioptrice“, 1611). Es ist natürlich, daß ein Geist von der Art Keplers sich auch optischen Problemen zuwendete. Gerade für jenes Zeitalter, in dem er lebte, ist dies natürlich. Denn die Optik ist das zweiteindrucksvollste Gebiet, in welchem uns die Anwendbarkeit der Mathematik auf Naturerscheinungen von der Natur selbst nahegelegt wird. Dazu kommt noch — und dies gilt für das zweite der optischen Werke Keplers —, daß die in ebenjenem Zeitalter erfundenen Fernrohre neue Probleme für den theoretischen Forscher boten, und daß die Beschäftigung mit diesem Gegenstande besonders einem Astronomen naheliegen mußte. Vitellio war ein aus Polen stammender Gelehrter gewesen, der im dreizehnten Jahrhundert gelebt und ein Kompendium über Optik geschrieben hatte, das noch zu Keplers Zeiten gangbar war.

Unter den neuen Funden, die Kepler hier zur schon bestehenden und bekannten Optik hinzubringt, befindet sich der schon oben von uns erwähnte Satz, daß die Helligkeit der Beleuchtung eines Schirmes mit dem Quadrate der Entfernung dieses Schirmes von der Lichtquelle abnimmt. Es findet sich auch in Keplers optischen Werken eine Theorie des räumlichen stereometrischen Sehens der Menschen, welche sich auf das Prinzip der Zusammenarbeit der beiden Augen stützt, die ja der Raumwelt gegenüber verschiedene Blickpunkte innehaben. Kepler vermochte auch das Wesen der Kurzsichtigkeit und der Weitsichtigkeit richtig zu erklären. Er erkannte, daß es sich darum handelt, ob es der Linse des Auges gelingt, die Strahlen, die von den Gegenständen ausgehen, so zu brechen, daß die Bilder dieser Gegenstände genau auf die Netzhaut fallen. Gelingt dies nicht, so fallen sie entweder vor die Netzhaut (Kurzsichtigkeit) oder hinter die Netzhaut (Weitsichtigkeit). Wie aber das Erreichen oder Verfehlen des richtigen Effekts des näheren zustande kommt, das vermochte er sich nicht richtig zu erklären. Er nahm an, daß die Linse und die Netzhaut Annäherungsbewegungen gegeneinander machen könnten. Den wahren Grund erriet Descartes, indem er der Ansicht zuneigte, daß die Linse infolge einer auf sie ausgeübten wechselnden Spannung bald mehr, bald weniger gekrümmt sei²³⁰.

Der Name des zweiten optischen Hauptwerkes Keplers, „Dioptrik“, rührt daher, daß es vor allem die Probleme des Durchgangs des Lichts durch durchsichtige Medien, wie Glas, zum Gegenstande hat. Es ergeben sich bei solchem Durchgang bekanntlich Strahlenbrechungen, und auf diesen Strahlenbrechungen beruht die Wirkung der Linsen des Fernrohrs. Die Dioptrik steht daher als ein neuer Wissenschaftszweig in Parallele zur Katoptrik, d. i. zur Lehre von den Spiegelungserscheinungen des Lichtes; welche bereits das Altertum geliefert hatte. Die Brechungen sind schwerer zu studieren und zu durchschauen als die Spiegelungen. Die vollkommene und richtige Erklärung der Erscheinungen der Lichtbrechung ist Kepler nicht gelungen; jedoch reichte seine Theorie aus, um die Praxis des Linsenbaues und der Linsenkombination genügend zu unterstützen und zu klären. Das spezielle Problem, um das sich Kepler hier bemühte und bei dem er nicht ganz durchdrang, ist das folgende: Wenn auf eine glatte Oberfläche eines durchsichtigen Mediums schräg ein Lichtstrahl auffällt (z. B. auf eine glatte Wasserfläche), so wird er bekanntlich in einem bestimmten Winkel gebrochen. Diesen Winkel kann man messen. Wenn an der gleichen Stelle und unter sonst unveränderten Umständen der Lichtstrahl in einem anderen Winkel auffällt, so wird er in einem auf neue Art veränderten Winkel im Innern des Wassers weiter gehen. Gibt es nun ein mathematisches Gesetz, so lautet die Frage, nach welchem der Brechungswinkel (d. h. der Winkel des im Wasser fortwandernden Strahls) von dem Einfallswinkel (d. h. dem Winkel, in dem der Strahl von der Luft her die Wasserfläche traf) abhängt? Kepler versuchte es mit der Annahme, daß die beiden Winkel in einem konstanten einfachen Proportionsverhältnis stehen müßten. Er fand diese Annahme nicht durch die Experimente bestätigt; nur für Lagen, welche vom senkrechten Auffallen auf die Wasserfläche wenig abweichen (bis zu 30°) ward es einigermaßen durch die Tatsachen bestätigt. Hierüber kam Kepler nicht hinaus. Das wahre Gesetz dieser Brechung ist später von Snellius (1621) gefunden worden und lautet, daß das Verhältnis der Sinus der beiden in Frage kommenden Winkel für jedes bestimmte Medium einen bestimmten konstanten Wert habe. Diese elegante Formulierung des Gesetzes stammt übrigens erst von

Descartes; der Sache nach aber ist das Gesetz von Snellius, einem Holländer, vollkommen klar gestellt worden.

Schon auf Grund der nicht ganz richtigen Annahme einer linearen Proportionalität der Winkel vermochte Kepler eine vollkommen richtige Theorie der Zusammenwirkung mehrerer Linsen in einem technisch-kombinierten System zu entwickeln. Hierin liegt das bleibende Verdienst seiner Dioptrik.

Das Licht ist für Kepler eine immaterielle Wesenheit, und wir dürfen ihm nur im übertragenen Sinne örtliche Bewegung zusprechen. In Wahrheit breite es sich zeitlos aus. In den näheren Erläuterungen über die Natur des Lichtes bleibt Kepler in der scholastischen Begriffssprache befangen. Auch über die Natur der Farben hat er dabei gesprochen und dabei, wie Goethe von ihm sagt, „kühne, seltsame Ausdrücke“ gefunden³³¹.

Wir haben nunmehr in eine summarische Würdigung der speziellen philosophischen Ansichten Keplers einzutreten. Die Darlegungen, zu denen wir jetzt schreiten, lassen sich in drei Hauptbetrachtungskreise zerlegen: erstens haben wir von der geistigen Einstellung Keplers zum Ganzen der Mathematik zu sprechen, zweitens von seiner erkenntnistheoretisch-naturphilosophischen Ansicht vom Kosmos und drittens von gewissen philosophischen Spekulationen über den Begriff der Harmonie. Der mittlere dieser drei Fragenkreise ist der wichtigste. Was Kepler hier sich erarbeitete, war ein völlig neues Gebiet der Naturanschauung; hier gewann er eben das, was wir heute als den Geist und die Voraussetzungen der exakten Naturwissenschaften bezeichnen. Diese neuen Anschauungen hat Kepler sich nicht auf spekulativem Wege, wie ein grübelnder Philosoph im engeren Sinne, erarbeitet; sie sind ihm vielmehr fast von selbst als Frucht seiner astronomischen Ideenentwicklungen zugefallen. Der Menschengeist experimentierte gleichsam in ihm, wie man eine Wissenschaft in Gang bringen könne, und nachdem dies durch das gute Glück — in der Arbeit Keplers — gelungen war, waren eine neue Methodenlehre und eine Gruppe neuer erkenntnistheoretischer Grundbegriffe zugleich von selbst mitentstanden und mitgesichert. Es ist unsere Aufgabe, sie uns zu verdeutlichen.

Die Mathematik wurde in jenen Jahrhunderten nicht selten in das Getriebe der Mystik und Magie hineingezogen. Von Keplers

Spekulationen, so kühn und phantastisch sie auch sind, darf man dies keineswegs sagen. In Neupythagoräismus und Neuplatonismus aber war dies geschehen, und wenn Windelband im Hinblick auf Kepler gesagt hat: die Anfänge der modernen Naturwissenschaft seien durchaus neuplatonisch und neupythagoräisch gewesen, und: Keplers Lehre sei ein „empirischer Pythagoräismus“, so scheint mir Ernst Cassirer mehr Recht zu haben, wenn er diese Behauptung zurückweist oder sie wenigstens einschränken möchte³³². Kepler selbst hat den hier in Rede stehenden Unterschied gesehen, und wenn sein philosophisch reicher und weitsichtiger Geist sich auch den mannigfachsten Möglichkeiten und Problemen öffnete, so ist seine entscheidende Haltung doch die einer gesunden Nüchternheit in der praktischen Anwendung der Mathematik auf die Empirie gewesen.

Es kommt darauf an, wie er selbst sagt, ob es sich um Analogien („*symbolica*“) oder um Ursachen und beschriebene Arten und Weisen („*descriptos . . . modos et causas*“) handelt. „Auch ich“, sagt er, „spiele mit Symbolen und habe ein Werk ersonnen, das den Titel ‚Cabbala geometrica‘ führen soll . . . Aber ich spiele so, daß ich niemals vergesse, daß es sich nur um ein Spiel handelt. Denn durch Symbole wird nichts bewiesen; kein Geheimnis der Natur wird durch geometrische Symbole enthüllt und ans Licht gezogen. Sie liefern uns nur Ergebnisse, die schon zuvor bekannt waren; — wenn nicht durch sichere Gründe dargetan wird, daß sie nicht lediglich Gleichnisse sind, sondern daß sie die Art und die Ursachen der Verknüpfung der beiden miteinander verglichenen Dinge zum Ausdruck bringen³³³.“

Die erste Möglichkeit, die hier von Kepler gemeint ist, besteht also in einer bloß phantastischen Benutzung mathematischer Symbole und Analogien zu einer schwärmerisch-metaphysischen Bereicherung des Eindrucks, den die Geheimnisse der Tatsachen des Kosmos ohnehin auf uns machen. Eine zweite Möglichkeit aber ist die, daß die mathematischen Ansätze mit wirklichen Realgründen in den Dingen Hand in Hand gehen und daß demgemäß mathematische Konsequenzen uns zu neuen Tatsachenerkenntnissen führen können. Wenn auch bei dieser Formulierung der zweiten, von Kepler bewußt unterschiedenen Möglichkeit noch manches ungeklärt bleibt, so ist doch ihr Gegensatz zum mystisch-spekulativen Gebrauch der Mathematik vollkommen deutlich.

Es läßt sich nun vielleicht noch ein drittes Verhältnis der Geister damaliger Zeiten zur Mathematik herausstellen, dessen Besonderheit ihnen jedoch keineswegs bewußt war. Es kommt nämlich dann und wann vor, daß die Existenzprobleme und die Abhängigkeiten und Deduktionen in mathematischen Dingen mit denen in realen Naturtatsachen völlig promiscue behandelt, völlig auf gleiche Stufe gestellt werden. Es wirkt dies auf einen modernen Leser immer etwas seltsam. Denn obwohl wir eine gewisse Gleichartigkeit des Denkens in der Mathematik und in den Naturdingen anerkennen, so haben wir doch dabei stets ein lebhaftes Gefühl für den ontologischen Unterschied, der aus der Natur der Gegenstände, der abstrakten Quantitäten und der natürlichen Dinge, folgt.

Folgende feinere erkenntnistheoretische Spekulation Keplers auf dem Gebiete mathematischer Probleme kann hier als Beispiel dienen. Kepler spricht in seinem Werk über die Weltharmonie davon, daß es kein geometrisches Verfahren gibt, um einen Kreis in sieben gleiche Teile zu zerlegen. „Existiert“ also, so fragt er sich, die Seite eines regulären Siebenecks, das man einem Kreise einschreiben könnte? Kepler antwortet, daß, so lange wir kein Konstruktionsverfahren besitzen, über die Existenz einer solchen Polygonseite noch nichts entschieden sei. Sie bleibt einstweilen möglich; aber von der Möglichkeit zur Wirklichkeit ist noch ein bestimmter Schritt nötig. Wäre es aber gar klar, daß eine Konstruktion dieser Polygonseite für immer unmöglich ist, so existiert eben das Polygon überhaupt nicht. Es kann aber dann, nach alter scholastischer Lehre, überhaupt keine Theorie dieser Figur geben: „*cum scientiae possibilitatem praecedat descriptionis possibilitas*“²³⁴. Nicht einmal ein göttlicher Geist, fügt er, diesen Gedanken steigernd, hinzu, könnte von etwas Nichtseiendem eine wissenschaftliche Kenntnis besitzen. Freilich scheint ihm dies dann, im Hinblick auf das Siebeneck, doch eine gar zu extreme Konsequenz zu sein, und er möchte die Härte des Gedankens ausgleichen, indem er nach einem „*ens tanquam conditionale*“ sucht. Er mahnt die Metaphysiker, sagt Cassirer, den alten ontologischen Grundsatz, daß es vom Nichtseienden keine Bestimmungen und Merkmale gebe, zu verbessern. — Wir übergehen hier alle übrigen Zusammenhänge, nach denen hin diese Stelle bei Kepler anziehend sein kann, und behalten nur die merk-

würdige In-Eins-Setzung aller Existenzontologie, der mathematischen und der metaphysisch-kosmischen, im Auge.

Dieser Realismus in der Mathematik und gleichzeitige Mathematizismus in der Erkenntnistheorie und Methodenlehre ist geistesgeschichtlich sehr wichtig; er stellt eine ganz spezielle Entwicklungslinie der Spekulation dar, die bestimmt war, bald darauf im Systeme des Spinoza ihren merkwürdigsten Gipfelpunkt zu erreichen. — Es ist daher wohl nützlich, daß ich diese Linie des Denkens jener Zeit als dritte Möglichkeit eines Verhaltens zur Mathematik gesondert neben die erste und zweite gestellt habe, die Cassirer im Anschluß an Kepler so gut verdeutlicht hat³³⁵.

Weder Kabbala, noch Anwendung der Mathematik auf die Natur, noch erkenntnistheoretisch-methodologische Parallelisierung der Mathematik mit den Sachwissenschaften ist das Folgende, das wir ebenfalls noch kurz berühren möchten. Kepler spekuliert: „*De origine numerorum nobilium*“³³⁶. Es ist dies ein tief sinniger Versuch, den Wundern der Mathematik, insbesondere denen der Zahlen, ihren transzendentalen Ort zu bestimmen; man könnte es wohl auch eine Metaphysik der Mathematik nennen. An den Fürsten August von Anhalt schreibt Kepler. Man wundere sich „wie es zugehe, daß alle *corpora regularia* aus den Pythagoräischen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 herkommen, gleich als würden die *corpora ex numeris* creirt. Ich aber anzeige, *corpora esse natura priora cum eorum compositione, ut et musicas proportiones: ex iis postea conciliari dignitatem numeris Pythagoricis. Ut non ideo senarius est pulcher, quia cubus, primum corpus, habet tot plana; prius enim est res ipsa, postea rei notio existit in mente, numerus vero est quaedam rerum notio, mentis opus. Sic ternarius sacer est non originaliter et propria virtute, sed quia trinitatis personae explicantur hoc ternario*“³³⁷.

Diese Auffassung ist für den geistigen Charakter Keplers überaus bezeichnend.

Hinsichtlich der vielseitigen Beziehungen, in denen das Wesen der Mathematik den damaligen Menschen erschien, sei hier noch an den Kusaner erinnert, von dem Kepler zweifellos beeinflußt war und den er öfter zitiert und göttlich nennt. Die Mathematik des Kusaners war sehr geistreich und bereitete wichtige Ideenentwicklungen der Folgezeit vor. Aber sie war im eigentlich mathematischen Sinne

nicht sehr scharf. Kepler faßte die Probleme schärfer und klarer als jener.

Diejenige Seite der Keplerschen Stellung zur Mathematik, welche für die nächste Folgezeit am wichtigsten wurde, war die Frage nach der Art der Anwendung der Mathematik auf die Natur. Hier schuf Kepler ein relativ neues Prinzip für alle kommende Naturforschung. Er ersann es nicht, sondern er wurde durch seine Arbeit an den Dingen selbst in dieses neue Prinzip hineingezogen und wagte schließlich den kühnen und starken Ausdruck: „Ohne mathematische Entwicklungen bin ich blind“³³⁸. So stark glaubte er an das Aufleuchten der Verstandesklarheit über die Dinge, sobald man ihrer nur von einer mathematischen Seite her habhaft werden kann. Mit diesem neuen Prinzip trat Kepler sowohl den Mystikern als den Aristotelikern entgegen. Ihnen gegenüber erscheint die Keplersche Art, in der sich von nun an sinnliche Anschauung und mathematischer Verstand durchdringen sollen, als zugleich gediegen und bescheiden. Die Aristoteliker und Mystiker glaubten nach Höherem trachten zu können, und behandelten dabei das sinnliche Material der Erkenntnis auf eine rohere und gröbere Weise. Kepler scheint gleichsam in der rechten Mitte zwischen Sinnlichem und Geistigem bleiben zu wollen. Den Mystikern und Aristotelikern genügte die mathematische Erfassung der Erscheinungen weder im Hinblick auf das Sinnliche noch im Hinblick auf das Geistige; sie wollten der Dinge einerseits in direkter und voller sinnlicher Gegenständlichkeit habhaft werden; andererseits sollten höhere Prinzipien als die mathematischen notwendig sein.

Der englische Mystiker Robert Fludd z. B. sagte: „Es ist den gewöhnlichen Mathematikern eigen, daß sie um die Schatten des Quantitativen herumschweifen (*circa umbras quantitativas versari*); die Chemiker und Hermetiker ergreifen das wahre Mark der Naturkörper.“ Kepler aber antwortete ihm: „Ich erfasse, wie du sagst, die Wirklichkeit am Schwanze, aber ich halte sie in der Hand; du magst immerhin suchen, ihr Haupt zu ergreifen, wenn es nur nicht bloß im Traume geschieht. Ich bin mit den Wirkungen, d. h. mit den Bewegungen der Planeten zufrieden; kannst du dagegen in ihren Ursachen selber so durchsichtige harmonische Verhältnisse finden, wie ich sie in den Umläufen gefunden habe, so ist es billig, daß ich dir zu dieser Ent-

deckung und mir zu ihrem Verständnis Glück wünsche, sobald ich nur einmal imstande bin, sie zu verstehen³³⁹."

Die falschen Ansprüche auf wissenschaftliche Erkenntnis, die Kepler hier bekämpft, lassen sich zum Teil aus der Aristotelischen Erkenntnislehre begründen. Kepler hat also Anlaß, sich auch gegen diese letztere zu wenden, und hier ist es möglich, in methodologisch feinerer und bestimmterer Weise den Kern des Unterschiedes der Ansichten zu bezeichnen. Kepler hebt beispielsweise folgenden besonderen Zug hervor. Die Aristotelische Methodenlehre stütze sich auf die Anschauung von begrifflichen Gegensätzen, zwischen denen es kein Mittleres gibt. Das Bemerkenswerte an der mathematischen Betrachtungsweise dagegen sei es, daß sie überall Übergänge statuiert und zuläßt. An die Stelle der harten Aristotelischen Prinzipien der Identität (oder Einerleiheit) und des Andersseins treten die schlichten Unterscheidungen des Mehr oder Weniger. Diese Keplersche Antithese ist äußerst wichtig, weil gerade diese Hervorhebung Keplers auf das eigentliche Leben des Geistes im methodischen Schaffen und Nachdenken des modernen Forschers Bezug hat. Hier ist übrigens auch der Nachhall der Eindrücke deutlich merkbar, die Nikolaus Cusanus in Kepler hinterlassen hat³⁴⁰. Gegen die Aristotelische Logik mit ihrem Begriffsrealismus spielt Kepler den scholastischen Begriff der Materie als „*principium individuationis*“ aus. Und: „*ubi materia ibi geometria*“³⁴¹.

Mit diesen Betrachtungen über die Anwendbarkeit der Mathematik auf die Natur befinden wir uns bereits mitten in dem zweiten Fragenkreise der Keplerschen Philosophie. Das Problem lautet so: Läßt sich die Mathematik so innig mit den Tatsachen der Natur verbinden, daß die Natur selbst als ein System von rationalem Charakter erscheinen kann? Der Versuch, diese Frage zu bejahen, ist in der Idee der modernen Physik gegeben. Kepler und Galilei haben die ersten Proben von dieser Wissenschaft in einer solchen Weise vorgelegt, daß die alten Phraseologien, in denen man sich mit den Unterschieden der Wissenschaften abzufinden suchte, nicht mehr in ruhiger Geltung bleiben konnten. Als Beispiel solcher älterer Ausdrucksweisen und Gegenüberstellungen seien hier die Anfangsworte einer kleineren Schrift des Arabers Alhazen (oder Ibnu'l Haitam) „Über das Licht“ angeführt, der im 11. Jahrhundert in Spanien lebte. „Die Be-

handlung des ‚Was‘ des Lichtes gehört zu den Naturwissenschaften. Aber die Behandlung des ‚Wie‘, der Strahlung des Lichtes, bedarf der mathematischen Wissenschaften wegen der Linien, auf denen sich das Licht ausbreitet. Ebenso verhält es sich mit den durchsichtigen Körpern, in die das Licht eindringt. Die Behandlung des ‚Was‘ ihrer Durchsichtigkeit gehört zu den Naturwissenschaften und die Behandlung des ‚Wie‘, der Ausbreitung des Lichtes in ihnen, zu den mathematischen Wissenschaften³⁴².“

Mit solchen Gebietstrennungen löst man keine metaphysischen Probleme, sondern man geht ihnen aus dem Wege. Hier trat nun durch Kepler eine neue Wendung ein. Er erkannte, daß die Tatsache, daß man die Mathematik auf die Natur anwenden kann, nicht nur eine Angelegenheit der Mathematik, sondern auch eine Angelegenheit der Natur und der Naturphilosophie ist. Hiermit begann eine philosophische Gedankenentwicklung, die später von Kant in seiner Lehre von der Naturwissenschaft auf den schärfsten philosophischen Ausdruck gebracht worden ist. Der älteren Zeit dagegen waren sowohl die Theorien der Lichtreflexion als die Theorien des Gleichgewichts als auch die geometrisch-phoronomischen Theorien der Gestirnbewegung als etwas erschienen, was nur in die Mathematik falle und die Naturphilosophie kaum etwas angehe. Daher war es auch möglich gewesen, die Epizyklen­theorie mit wenig Skrupeln betreffs ihrer inneren Unwahrscheinlichkeit vorzutragen. Man begnügte sich, hervorzuheben, — wenn wir den Sinn in modernen Worten wiedergeben dürfen, — daß hier eine Arbeitshypothese vorliege, welche eine Beschreibung der Phänomene gestatte, „ein bequemer methodischer Kunstgriff und ein Hilfsmittel der Rechnung . . ., vermöge dessen sich der Ort eines Planeten zu einer bestimmten Zeit mit genügender Annäherung bestimmen ließ³⁴³.“

Diese gegenüber der Objektivität reservierte Haltung, an die man gewöhnt war, machte es denn auch dem Andreas Osiander leicht, als er das Werk des Kopernikus herausgab, die Wahrheitsfrage als relativ hinzustellen. Er sagte: „Es ist natürlich nicht nötig, daß Hypothesen wahr seien, ja überhaupt nicht einmal, daß sie wahrscheinlich seien, sondern es genügt das eine, daß sie eine mit den Beobachtungen kongruente Rechnung erschöpfend möglich machen.“ Wie nun Kepler hiergegen entschieden und leidenschaftlich auf-

trat, so trat auch in seinen sonstigen Darlegungen eine neue Energie hervor, welche dahin wirkte, den alten Unterschied zwischen Mathematik und Philosophie zu überbrücken oder zu mildern oder etwas Mittleres zwischen beide zu stellen. Ganz befriedigend geklärt ist jedoch dieses tiefe und schwierige Problem bis zum heutigen Tage noch nicht. Kepler wollte seiner mathematischen Naturkenntnis ein gewisses Maß von Objektivität für die Sphäre des Naturdaseins sichern. Was ihm vorschwebte, war die Idee eines Aufbaus der Welt im Sinne der Wissenschaft der Mechanik. Die beiden Begriffe des Systems und der Kraft treten hervor. In diesen beiden Begriffen vollzieht sich die Anknüpfung des Mathematischen an das nicht mehr Mathematische, Naturphilosophische und sinnlich oder metaphysisch Konkrete²⁴⁴.

Das Problem der Kraft kann in eine gewisse Beziehung zum Problem des Stoffes gebracht werden. Diese beiden Begriffe erscheinen einander dadurch angenähert, daß im Stoffe die Trägheit von Kepler entdeckt worden ist. Wenn nun die Trägheit etwas ist, was der Kraft Widerstand leistet, so scheint sie mit ihr von gleicher Art zu sein. Eher also ist es so — wenn wir es heute in freier Weise nach unserer Art und zugleich etwas neukantisch ausdrücken dürfen —, daß die Materie zum Prinzip der Kraft heraufgezogen wird, als daß etwa die Kraft stofflich gedacht würde, wie man es einigen antiken Naturphilosophen nachsagt. Im Sinne einer solchen, etwas neukantischen, Angleichung der Begriffe sagt Cassirer²⁴⁵: „An die Stelle der Trennung von Materie und Kraft tritt jetzt ihre notwendige Entsprechung und Zusammengehörigkeit; beide stellen nur verschiedene Seiten der einheitlichen mathematischen Kausalität dar.“

Auch der Begriff des „Naturgesetzes“, wie er am Exempel der drei Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung deutlich hervortritt, ist etwas Neues in der Geschichte der Wissenschaften und verdient es, von Philosophen sorgfältig betrachtet zu werden. Auch dieser Begriff gehört zu den Brücken und Denkmitteln, welche die eigentümliche Zwischenstellung der modernen Physik zwischen der Mathematik und der Philosophie möglich gemacht haben.

Es ist Kepler schwer gefallen, sich von der alten Ansicht zu lösen, an der noch Kopernikus festhielt, daß eine vollkommene Harmonie und vernünftige Ordnung nur im Bilde der Kreisbahnen der Planeten erschaut werden könnte. Für

dieses^{*} Bild der ewig gleichförmigen Kreisbewegung bedurfte man kaum der Idee eines „Gesetzes“. Es lag wohl näher, hier einfach von einem „Begriff“ einer bestimmten Bewegungsart zu sprechen. Sobald man aber von Ellipsen und ungleich-beschleunigten Bewegungszuständen innerhalb der Ellipsenbahn zu sprechen anfangt, trat notwendig ein ganz besonderer Gesetzesbegriff hervor. Denn die Natur dieser Bewegungszustände kann man in einer einzigen einheitlichen Anschauung mit der Phantasie gar nicht meistern; wir bedürfen vielmehr der Mittel phoronomischer Konstruktionsprinzipien, um die Erfüllung dieses Bildes mehr zu postulieren als zu leisten. Diese Eigenart des Neuen würde noch mehr hervortreten, wenn man Bewegungen ins Auge fassen würde, die etwa auf Grund vieler Magneten in einem zusammenhängenden Raumgebiet eintreten könnten. Der Ausblick auf solche weitergehend verwickelten Bilder kann Kepler nicht fernelegen haben. Die Bahnlinien, die sich ergeben würden, wären dann keine Ellipsen mehr, sondern mathematische Kurven von solcher Verwickeltheit, daß wir deren Ablauf auch heute noch nicht einmal allgemein für beliebige Fälle voraussagen könnten. Man sieht, daß hier von einer vollkommenen Ordnung der Natur nur noch insofern gesprochen werden kann, als gewisse Prinzipien des Geschehens, aus denen alles von Augenblick zu Augenblick folgt, dauernd und konstant wirksam bleiben. Dies heißt dann, es muß eine Axiomatik der mechanischen Wissenschaft an eben jene Stelle treten, die vorher von unmittelbar anschaulichen Gesamtbildern geordneter Weltvorgänge ausgefüllt wurde. Die Wissenschaft der Dynamik hat Kepler zwar selbst nicht erschaffen; das war das Werk Galileis. Aber den Umbruch der philosophischen Grundanschauungen, die aus einer Ellipsenbahnentheorie folgte, hat er mit vollkommener philosophischer Deutlichkeit erlebt und ihm auch literarischen Ausdruck verliehen.

Der Fortschritt zur Statuierung elliptischer Planetenbahnen bedeutete also die Behauptung von Naturgesetzen und von der Existenz einer Systematik, die sich beträchtlich von dem einfacheren älteren Ordnungs- und Harmoniebegriff unterschied. Denn — um es nochmals zu sagen — ein genauer Kreis stellt eine unmittelbar und ganz apperzipierbare, einfachste Ordnung dar; ebenso stellt eine bestimmte Proportion, etwa die des Goldenen Schnitts, wenn sie eine

eindrucksvolle Verwirklichung in einer großen Anzahl von Naturerscheinungen findet, eine im Endlichen erweisbare Harmonie dar, die in sich abgeschlossen erscheint. Vielleicht hätte sogar, solange man bei den Planeten noch von reinen strengen Ellipsenbahnen sprechen konnte, bei diesen Erscheinungen allenfalls auch noch jener ältere Harmoniebegriff angewendet werden können. Aber es war bereits vorauszu- sehen, — wir zeigten dies am Beispiele einer größeren Vielheit zusammenwirkender Magnete —, daß die Ellipse nicht für immer den Kreis gleichsam ersetzen würde und daß sie nicht eine ähnliche singuläre Dignität gewinnen würde, wie sie ehemals der Kreis in den Augen der Alten gehabt hatte. Diese Voraussicht legt Cassirer dem Kepler mit Recht unter, wenn er in andeutungsreicher Form und Perspektive den Ausdruck findet: Kepler habe „den Gedanken der Ordnung und Gesetzlichkeit des Ungleichförmigen zum ersten Mal zur wissenschaftlichen Wirklichkeit erhoben“. Es scheint jetzt fortan so, als würde ein beträchtliches Maß scheinbarer Unordnung oder unübersichtlicher Mannigfaltigkeit in der Natur vorausgesetzt, ohne daß deshalb der Gedanke an eine in gewissem Sinne vollkommene Ordnung aufgegeben zu werden braucht. „Der Gedanke des Gesetzes fordert in seiner neuen Fassung zwar die Vielheit, aber er schließt andererseits die ‚Ausnahme‘ von sich aus: es ist ein und dieselbe Verfassung des Alls, die uns in jedem seiner Punkte gleichmäßig entgegentritt“⁴⁴⁶.

Man erkennt leicht, wie mit dem Gedanken des Naturgesetzes in weiterer Folge auch der Gedanke eines Systems der Natur gegeben ist. Wir haben unter diesem Wort „System“ hier zweierlei Dinge zu verstehen und zusammenzufassen. Erstens verstehen wir darunter den Zusammenhang vieler räumlich getrennter Naturteile zu einem Ganzen von gegenseitigen Abhängigkeiten. Zweitens verstehen wir darunter die Behauptung einer gewissen begrifflichen Gebundenheit für die Auffassung, der die physikalische Natur in solcher Weise unterworfen wird, daß die Natur dadurch von der bloß phoronomischen und mathematischen Relativität unterschieden ist. Vieles ist zwar für Kepler im Raume relativ, jedoch nicht alles. Die Unterschiede zwischen unten und oben und zwischen vorwärts und rückwärts gelten natürlich als relativ. Aber es gilt ihm doch nicht die Stathaftigkeit der Ptolemäischen gegenüber der Kopernikani-

sehen Auffassung als relativ. Daher sprechen wir bei Kepler auch in diesem Sinne von der Idee eines philosophisch bestimmten Systems der Natur, daß dasselbe trotz aller Vorrherrschaft der Mathematik doch ontologisch mehr sein will als bloße Mathematik allein.

Mit dem Gesetzesbegriff hielt auch eine neue Klärung des Ursachenbegriffs ihren Einzug in die Wissenschaft. Viele Ursachenfragen, die sich Kepler in der ersten Auflage des *Mysterium Cosmographicum* vorgelegt hatte, sind von ihm fünfundsanzig Jahre später³⁴⁶ in den Erläuterungen zur zweiten Ausgabe des Werkes als verfehlt erkannt worden. Mit harter Deutlichkeit heißt es da: „Ich bin nicht der erste, den die unnütze Frage gequält hat, warum der Tierkreis an eine bestimmte Stelle des Raumes versetzt worden ist, da ihm doch unendlich viele andere Lagen hätten angewiesen werden können. Ein ähnliches Problem findet sich bei Aristoteles: warum bewegen sich die Planeten in einem bestimmten Sinne statt im entgegengesetzten? . . . worauf er selbst die Antwort gibt, daß die Natur unter den möglichen Fällen stets das Beste auswähle, daß es aber den Himmelskörpern vorzüglicher sei, sich nach vorwärts als nach rückwärts zu bewegen. Eine törichte Auskunft; — denn bevor die Bewegung, bevor die Körper existierten, gab es keinen Unterschied des Sinnes und der Richtung, gab es kein Vor- und Rückwärts³⁴⁷“. Kepler fühlt also jetzt, daß man hinsichtlich des bloßen *hic et nunc* keine Ursachenfragen stellen kann, wofern man die Tatsachen als singularär vor sich hinstellt. Er glaubt auch zu erkennen, daß es müßig ist, viele mögliche Welten sich auszudenken und zu vergleichen, um über die Gründe der Existenz der wirklichen Welt und ihrer Dinge Klarheit zu gewinnen. Denn „*comparatio locum non habet mundorum, ubi unus solus est*³⁴⁸“. Die umfassende Forderung nach den Ursachen des „Seins“, wie sie in der ersten Ausgabe des *Mysterium Cosmographicum* gestellt wurde und welche ausdrücklich sowohl auf Zahl als auf Ordnung als auf die Größe der Himmelskörper sich richtete, muß also jetzt fallen oder doch wesentlich eingeschränkt werden. Wesentliche und positive Bestimmungen über den Sinn und die Methode einer modernen Ursachenforschung hat aber dann Kepler weiter nicht gegeben, falls man nicht das hierin rechnen will, was wir über die Begriffe der Kraft und des Gesetzes bereits zur Sprache brachten.

Der Begriff der Notwendigkeit, der in der modernen Erkenntnistheorie der Naturwissenschaft eine so große Rolle spielt, wird von Kepler nicht besonders in den Vordergrund geschoben. Doch liegt ja ein Teil dessen, was der Begriff der Notwendigkeit ausdrücken soll, immanent im Wesen der geometrischen Zusammenhänge enthalten, und diese sind ja von Kepler im höchsten Maße für die Naturwissenschaft herangezogen worden. Cassirer hebt hier, unter Hinweis auf die *Harmonice mundi* hervor, daß in der Geometrie eine Notwendigkeitsverknüpfung zwischen der Gesamtheit ihrer Lehrsätze und der vorangeschickten Gruppe der Axiome bestehe³⁴⁹. Dieses Vorbild habe, meint er, die Phantasie Keplers beherrscht, und so habe Kepler schließlich es dahin gebracht, aus einer Minderzahl von Prinzipien große ausgedehnte Teile des Systems der Natur ableiten zu können. Freilich die vollendeten Taten in dieser Hinsicht kommen Galilei und Newton zu.

Der letzte Punkt, dem wir noch unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden haben, ist die Keplersche Spekulation über den Begriff der Harmonie. Eine Harmonie gibt es für ihn sowohl in Tönen, als in Licht und Farben, als in Kraftströmen; z. B. kann sie in Luftkreisen „aus der vereinten Wirkung des Saturn und Jupiter“ zustande kommen³⁵⁰.

Dieser Begriff der Harmonie wird von Kepler jedoch nicht einseitig auf das Objektive des Kosmos bezogen, sondern Kepler gedenkt auch der Beziehung zum erkennenden Subjekt, die hier vorwaltet. Die objektiven Naturdinge und der Menscheng Geist scheinen ihm auf einander angelegt und durch einander meßbar zu sein. Eine Harmonie, so lehrt er, stützt sich wesentlich auf eine Relation. Eine Relation ist aber durchaus etwas Gedachtes; nähme man hier den Gedanken fort, so blieben nur die aufeinander bezogenen Bestandteile der Relation, die *Relata* übrig. Wenn so die Harmonie wesentlich als etwas Gedankliches hingestellt wird, dann sind allerdings Welt und Denken, Objekt und Subjekt, gar nicht zu trennen, wofern man nach einer Gesamtanschauung des Weltbildes sucht. Dies wäre eine Konsequenz bei Kepler in der Richtung auf die Kantische Erkenntnistheorie und die ihr nachfolgende Spekulation des deutschen Idealismus hin; Cassirer wenigstens stellt diese Keplerschen Ansätze so heraus, daß diese Perspektive auf moderne Ansichten hin sich deutlich auf tut.

Doch darf man diese Auslegung Keplers am Maßstabe moderner Problemstellungen auch nicht zu weit treiben. Es ist wohl mehr ein schlichter, gläubiger Platonismus³⁵¹, von dem er hier ausgeht. Denn er sagt: „Nun könnte jemand noch einwenden, daß die Seele durch das Vergleichen zweier Empfindungsatsachen das richtige Verhältnis nicht erzeugt, sondern auffindet . . . Es scheint also, als ob die Seele aus dem unversehrten Begriff des Zusammenklanges weggedacht werden könnte. Ich antworte mit einer Umkehrung: Das richtige Verhältnis in den Empfindungen auffinden, heißt, die Ähnlichkeit dieses Verhältnisses in der Sinnenwelt mit einem bestimmten Urbilde des reinsten Zusammenklanges, der tief in der Seele beschlossen ist, aufdecken, anerkennen und ans Licht bringen . . . Ob dieses Verhältnis als Wohlklang zu gelten habe, das bestimmt sie erst durch Vergleichung mit dem Urbilde. Bestände dieses nicht, so könnte weder von Harmonie gesprochen werden, noch könnte Harmonie jemals die Seele bewegen³⁵².“

Auch Cassirer gesteht zu, daß Keplers Äußerungen etwas schwankend und vielseitig seien, — wie es in diesen Dingen nicht anders zu erwarten ist. So wird gelegentlich auch in Keplers Werken von einer Weltseele gesprochen, und es bleibt daher immer noch die Auslegung zulässig, daß es diese Weltseele ist, die die Harmonierelationen denkt. Freilich ist diese Auffassung nur in den Anfängen der Keplerschen Spekulation aufgetreten, indem dort von einer durchgängigen Beseelung der Natur gesprochen wird; später tritt statt dessen der mehr logische Gedanke einer immanenten kausalen Wechselwirkung aller Teile der Welt bei Kepler hervor. In dieser späteren Keplerschen Auffassung würde also eine mehr subjektiv-idealistische Ansicht gefunden werden können. Auf jeden Fall unterläßt es Kepler nicht, immer wieder auf die Freude an der eigenen Bewegung des menschlichen Geistes im Erfassen der Natur hinzuweisen. Die Welt sei nach dem Muster der geometrischen Proportion geschaffen, damit das Ich in ihr beständig neue Aufgaben und neues Material zu seiner rastlosen Selbstbetätigung finde. Auch für das ästhetische Empfinden der Weltharmonie wird die Aktivität der Seele betont. „Wenn wir uns an den Harmonien der Töne erfreuen, so hat dies zwar den Charakter eines passiven Effekts (*speciem passionis*) . . . doch ist es in Wahrheit eine schöpferische Tätigkeit (*operatio*) der Seele,

die in natürlicher Bewegung auf sich selbst einwirkt und sich selbst aufreizt; hierzu wird sie nicht durch überlegten Willen, sondern durch einen natürlichen Instinkt (*instinctu naturali*) geführt³⁵³."

Den idealistischen Standpunkt wendet Kepler innerhalb der Menschennatur folgendermaßen an: „Die Erkenntnis der Quantitäten, die der Seele eingeboren ist, bestimmt, von welcher Art das Auge sein muß: der Bau des Auges richtet sich somit nach der Natur des Geistes, nicht umgekehrt³⁵⁴."

Bemerkenswert ist, daß Kepler die Arithmetik erkenntnistheoretisch ganz anders wertet als die Geometrie. Nur in bezug auf Raum und Mechanik spricht Kepler von den Urbildern, den „Archetypen“, die in unserem Geiste liegen und zugleich die Essenz der Harmonien außer uns bilden; die Begriffe und Gesetze der Zahlen aber gibt er ausdrücklich der nominalistischen Kritik preis³⁵⁵, die reine Arithmetik erscheint ihm also, wie wir heute sagen würden, als bloß analytisch (im Urteilscharakter) und daher als irrelevant für die ontologische Weltproblematik der realen Ordnungen und Harmonien, die er aufstellen möchte.

V. GALILEI

Während Kepler von 1571 bis 1630 lebte, lebte Galileo Galilei von 1564 bis 1643. Sie waren also Zeitgenossen, das Leben Galileis schloß das Leben Keplers ein. Sie wußten voneinander, haben miteinander korrespondiert und fühlten sich als gleichgerichtete, verwandte Geister. Ich halte Kepler für den tieferen und stärkeren Geist — so weit man überhaupt bei derartig hoch allen anderen Menschen überlegenen Führern der Wissenschaft einen Vergleich wagen darf —, aber ich meine, daß die entscheidende Wendung im Gange der die Neuzeit beherrschenden Ideen besser an den Namen Galileis zu knüpfen ist. Immer wird einer derartigen Anknüpfung ein bloß repräsentativer Charakter anhaften. Denn jeder dieser großen Menschen wird in eine wohl vorbereitete Situation hineingeboren, in der es gewisse Früchte zu pflücken gibt. Die Zeit und in ihr viele andere einzelne haben das Reifen dieser Früchte vorbereitet. Daß immer noch Genie dazu gehört, um sie zu pflücken, versteht sich von selbst; denn sie könnten auch ungepflückt bleiben.

Galilei wurde 1564 als Sohn eines verarmten Edelmannes, eines Musikers und Musiktheoretikers, zu Pisa geboren. Nach Ablauf seiner Studien in Pisa bestieg er bereits als Fünfundzwanzigjähriger die dortige Lehrkanzel für Mathematik. Damals war er noch ganz von der Gedankenarbeit seiner italienischen Vorgänger abhängig. Von Fragen der Astronomie hielt er sich anfänglich zurück. Im Jahre 1592 siedelte er nach der Universität Padua über, um für die nun folgenden achtzehn fruchtbaren Jahre die dortige Professur der Mathematik zu bekleiden.

Galilei hat eine Familie gehabt; in Padua hatte er mit einer schönen Frau von einfacher Herkunft zwei Töchter und einen Sohn. Es scheint, daß er danach gestrebt hat, sich von dieser schönen Frau wieder zu trennen. Dies gelang ihm, als er seinen Ruf nach Florenz erhielt. Die Frau,

Maria Gamba, soll sich bald nach Galileis Abreise günstig verheiratet haben. Sein Sohn Vincenzo wurde Musiker. Die beiden Töchter brachte der Vater, als er sich von Maria Gamba trennte, in einem Kloster in Florenz unter. Virginia war damals vierzehn Jahre, Livia dreizehn Jahre alt. Es wurde bestimmt, daß sie mit siebzehn Jahren den Nonnenschleier zu nehmen hätten. Es war dies, sagte der Kulturhistoriker, dem wir diese Nachrichten entnehmen²²⁶, die leichteste und beliebteste Art, sich der Töchter zu entledigen, mit denen die Eltern nichts anzufangen wußten. Das Kloster war sehr arm; Galilei hatte Freude an seinen Töchtern, besuchte sie dort oft und brachte ihnen dann Essen mit, da sie sonst bisweilen Hunger zu leiden hatten. Die ältere der beiden, fortan Maria Celeste genannt, hatte etwas von der Begabung ihres Vaters. Sie schrieb ausgezeichnet, studierte, soweit dies die klösterliche Klausur zuließ, und vertiefte sich in Galileis Werke. Sie schrieb sie ab und lebte nur für seinen Ruhm und sein Wohlergehen. Es war Brauch in den Frauenklöstern, daß jede Nonne sich einen Heiligen als Patron erwählte, dem sie in ihren Gebeten all ihre Leiden und Freuden anvertraute. Dieser Patron hieß in der Klostersprache „Devoto“. Der Devoto der Schwester Maria Celeste war ihr Vater; ihm vertraute sie in ihren Gebeten ihre Leiden, und aus ihren Briefen spricht eine fast mütterliche Liebe und Sorge um seine Gesundheit. Galileis zweite Tochter ist der Typus der egoistischen Nonne, die nur auf ihre eigene Gesundheit und religiöse Praktiken bedacht ist.

In Padua machte Galilei seine wichtigsten Entdeckungen; dort entschied er sich auch für die Kopernikanische Weltansicht. Im Jahre 1609 verschaffte er sich ein Fernrohr — hierüber wird sogleich noch einiges Nähere zu sagen sein —, und mit Hilfe dieses Fernrohrs gelang ihm die Entdeckung der Jupitermonde, die Auflösung der Milchstraße in eine Schar unzähliger Fixsterne und die Deutung der Mondoberfläche als der Erde ähnlich. Unter diesen astronomischen Entdeckungen sprach die der Jupitermonde am entscheidendsten zugunsten des Kopernikanischen Systems, für das Galilei in der Schrift „Nuntius Sidereus“ (1610) nunmehr mit aller Entschiedenheit eintrat. Diese Schrift erregte gewaltiges Aufsehen. Im gleichen Jahre folgte Galilei einem Rufe an die Universität Florenz. Dort gelang ihm die Entdeckung einiger Erscheinungen am Saturn (es handelt

sich um die Saturnringe, die jedoch nicht sogleich als solche erkannt wurden), die Entdeckung der Venusphasen (einer den Mondphasen analogen Erscheinung) und die Entdeckung der Sonnenflecken.

Wann und in welcher Reihenfolge Galilei seine grundlegenden Experimente und Entdeckungen in der Lehre vom freien Fall und vom Wurf gemacht hat, ist streitig. Einige verlegen diese Entdeckungen bereits in die Pisaner Zeit (1589 bis 1592); andere verlegen sie in spätere Zeiten, und dies letztere ist das wahrscheinlichere. Publiziert sind diese Entdeckungen erst 1632.

Erwähnenswert, vor allem auch aus biographischen Gründen, ist die wissenschaftliche Streitschrift gegen Grassi, durch die sich Galilei den Haß der Jesuiten zuzog: „Der Goldwäger“ (*Il saggiaiore*, 1623). Seine beiden Hauptwerke hat Galilei erst in hohem Alter herausgegeben, es sind dies der „Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme“ (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, 1632) und die „Unterredungen und mathematischen Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige“ (*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, 1638).

Die Geschichte der kirchlich-politischen Erlebnisse Galileis knüpft sich an den Namen des Kardinals Matteo Barberini, der später Papst wurde und dann den Namen Urban VIII. führte. Wenn Galilei den späteren Papst nicht schon als begabten Jüngling in Pisa kennengelernt haben sollte, so lernte er ihn jedenfalls als Kardinal am Hofe des Großherzogs von Florenz kennen und fand in ihm einen lebhaften Bewunderer seines wissenschaftlichen Genies. Dieser Kardinal schrieb an den Gelehrten begeisterte Briefe, verfaßte gelegentlich eine lateinische Ode ihm zu Ehren und zeichnete ihn in jeder Weise aus. Er verteidigte auch die Existenz der Jupitermonde gegen den Kardinal Gonzaga, der nicht recht daran glauben wollte; er verteidigte auch mit Feuer und Eifer die Lehre von den Sonnenflecken. Kurz, der Kardinal erlag dem Zauber von Galileis Forschergeist. Doch Galilei hatte auch sonst im Kardinalskollegium nicht wenige Freunde: Conti, Borghese, Montalto, Farnese, Orsini standen auf seiner Seite. Er fand aber auch Feinde, und diese sich zu verschaffen, trug Galileis eigenes Temperament wohl etwas bei. Er besaß eine gewisse Nervosität und Reizbarkeit, und ohne wahrscheinlich in irgendeiner Richtung wirklich

böse oder klein zu sein, hatte er jenes halbkindliche Sichgehenlassen in der Freude des Erfolges und in der geistigen Kraft des wissenschaftlichen Angriffs und in anderen Naivitäten und Launen, das so viele große Geister um die alltägliche kleinliche Klugheit bringt, die im Leben nötig wäre. Dazu kam nun der aufstehende Neid seiner Kollegen.

Eine erste Welle des Kampfes schwoll im Jahre 1614 an, ward aber bald darauf wieder geglättet. Ein Dominikaner Nicolo Lorini erhob beim S. Ufficio Anschuldigungen wegen Ketzerei gegen Galilei; er sprach die Furcht aus, daß „*parvus error in principio non sit magnus in fine*“. Matteo Barberini trat für Galilei ein, gab ihm aber in diplomatisch feinen und freundlichen Worten den Rat, „in seinen Schriften die Grenzen der Physik und Mathematik nicht zu überschreiten, da die Theologen glauben, daß die Kommentierung der Heiligen Schrift ihre Sache sei“. Leider hat Galilei diesen lebensklugen Rat nicht befolgt. Es war dies die Zeit, in der des Kopernikus Bücher auf den Index gesetzt wurden.

Das Jahr 1623 machte den Kardinal Matteo Barberini, den Gönner Galileis, zum Papst. Galilei und die Seinen waren überglücklich. Vielleicht hatte Galilei, sagt Chledowski, niemals soviel Unterstützung in Rom nötig wie in diesem Augenblick. Denn er hatte sich nunmehr mit den Jesuiten in eine Polemik eingelassen. Obwohl diese Polemik nicht theologische, sondern nur astronomische Dinge betraf, so hat doch diese Polemik, die Galilei gegen den Jesuiten Orazio Grassi führte, diesen sehr erbittert. Es handelte sich um die 1618 und 1619 sichtbar gewordenen Kometen. Die Kontroverse war mehrfach hin und her gegangen. Auch Grassi hatte den Galilei in einer Broschüre mit Leidenschaft und Bosheit angegriffen. Galilei deckte nun in einer Replik den Irrtum des Jesuiten auf. Das konnte Grassi schwer ertragen, und noch weniger konnte er es ertragen, daß Galilei von seiten des Papstes die freudigste Zustimmung zu dieser glänzend geschriebenen polemischen Broschüre fand. Sie trug den bereits erwähnten Titel „*Il Saggiatore*“; der Papst ließ sie sich während des Mittagessens vorlesen und sprach den Wunsch aus, den Gelehrten wiederzusehen, wenn seine Gesundheit ihm eine Reise nach Rom gestatten sollte. Denn, fügte er hinzu, „Menschen wie Galilei müssen sich schonen, um ihr Leben nach Möglichkeit zu verlängern“.

Grassi wartete nur auf einen günstigen Augenblick, um Rache zu nehmen.

Galilei ging jetzt an die Ausarbeitung eines großen Hauptwerkes, das er bereits früher begonnen hatte, und das um 1632 erschien. Es war dies der bereits genannte „Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme“. Galilei fühlte sich zu diesem Werk jetzt noch besonders ermutigt, da ihm zu Ohren kam, daß der Papst Urban VIII. mit der Verdammung der Lehre des Kopernikus nicht einverstanden sei; er hätte — so sagte der Papst zu Campanelli — dies Verbot auch verhindert, wenn es in seiner Macht gelegen wäre. Durch den Kardinal Zoller hörte Galilei auch noch von folgendem päpstlichen Wort: Die Kirche habe den Astronomen Kopernikus nicht als Ketzer verdammt, sondern nur Anstoß an der Kühnheit seiner Behauptungen genommen. Sollte der Tag kommen, hatte Urban hinzugefügt, an dem Kopernikus Behauptungen sich als wahr erwiesen, so hätte die Kirche keinerlei Grund zur Furcht. Galilei ließ nun sein fertiggestelltes Werk durch befreundete Mittelsmänner dem Papste vorlegen. Dieser stellte einige Ansprüche hinsichtlich des Taktes in der Abfassung des Buches. Wenn Galilei die Gründe, die für Kopernikus sprächen, anführte, so müsse er ausdrücklich betonen, das S. Ufficio habe sie nur verworfen, weil es ihnen an Beweiskraft mangle. Galilei erfüllte in Verbindung mit Mittelsmännern, die ihn berieten, fast alle Wünsche des Papstes, jedoch vielleicht nicht alle ganz und gar in vollkommener Strenge. Besonders hoben, als es nun erschien, seine Feinde hervor, daß es Galilei gegen den ausdrücklichen Wunsch des Papstes nicht ganz unterlassen habe, theologische Fragen anzuschneiden. Das traf zu³⁰⁷. Es gelang, den Papst hierüber unwillig zu machen.

Aber man fand noch ein wirksames Mittel heraus, um Feindschaft zu stiften. Die Jesuiten Grimberger und Grassi suggerierten dem Papste den Gedanken, er sei in der Figur des Simplicius verhöhnt worden. Simplicius, in der Schrift über die beiden Weltsysteme, ist halb und halb eine komische Figur. Zu Aristoteles' Verteidigung bringt er manchen Unsinn vor. Galilei beging vielleicht eine Unbesonnenheit, indem er Simplicius auch gegen die Galileische Theorie von Ebbe und Flut ankämpfen ließ; an diese Theorie glaubte nämlich der Papst nicht. Und diese Theorie hat sich übrigens später als wirklich falsch erwiesen. Doch war zunächst niemand auf

den Gedanken gekommen, daß der Papst verspottet werden sollte, und auch wir Heutigen vermögen das nicht zu glauben. Aus einer Korrespondenz jener Zeit geht diese anfänglich unbefangene Auffassung deutlich hervor. Aber die Einflüsterungen der Feinde Galileis beim Papste trafen eben eine schwache Seite desselben und stimmten ihn völlig um. Die Vorstellung, Galilei, ein Mensch, der nur Gutes von ihm erfahren, habe ihn erniedrigen und verspotten wollen, brachte den Papst zum Äußersten.

Eine besondere Kongregation wurde ernannt, um das inkriminierte Buch auf seine Rechtgläubigkeit hin zu untersuchen. Dann erließ der Papst den Befehl, daß Galilei sich innerhalb eines Monats dem Generalkommissar des S. Ufficio zu stellen habe. Galilei war damals 68 Jahre alt; er fühlte sich krank und schwach und bat, sich der Inquisition in Florenz statt in Rom stellen zu dürfen. Aber der Papst schickte einen Kommissar mit einigen Ärzten nach Florenz und befahl, daß, wenn Galilei imstande wäre, die Reise nach Rom zu machen, er in Ketten, und übrigens auf seine eigenen Kosten, befördert werden sollte. An der Grenze des Kirchenstaates mußte er sich einer zwanzigtägigen Quarantäne unterziehen. Es wurde ihm im Namen des Papstes gedroht, wenn er sich nicht schuldig bekenne und seine falsche Theorie, daß sich die Erde um die Sonne bewege, nicht abschwöre, so werde er vor der gesamten Kongregation des S. Ufficio auf die Folter gespannt werden. „Der Greis“, so berichtet ein gewisser Jean Jaques Bouchard einem seiner Freunde nach Venedig, „mußte unterliegen. Noch zwei weitere Tage wurde er im S. Ufficio festgehalten, dann wurde er im roten Hemd, dem Büßergewand, . . . vor die Kardinäle und andere Mitglieder der Kongregation gebracht. Dort wurde er zum Gefängnis im S. Ufficio verurteilt und der Verkauf seiner Schriften verboten . . . Der Neid hat triumphiert . . .“

Zu den Neidern und Anklägern Galileis scheint auch der Jesuit Scheiner gehört zu haben. Dies ist ein Mann, der selbst ein tüchtiger Astronom war. Er war 1575 in einem kleinen schwäbischen Ort geboren und trat mit zwanzig Jahren in den Jesuitenorden ein. Er lehrte Mathematik in Ingolstadt und Rom und starb 1650 als Rektor eines Jesuitenkollegiums³⁵⁸. Er hat einen Anspruch auf die Priorität in der Herstellung eines solchen Fernrohrs, wie es Kepler auf theoretischer Grundlage als möglich angegeben hatte. Un-

gefähr gleichzeitig mit Fabricius und Galilei erblickte er die Sonnenflecken. Er kam auf die Idee, farbige Blendgläser vor den Linsen des Fernrohrs anzubringen, um die Augen zu schonen. Seine Beobachtungen über die Sonnenflecken veröffentlichte er 1630 unter dem Titel „Rosa Ursina“. Wertvolle Studien über die physiologische Theorie des Sehens veröffentlichte er 1619 unter dem Titel „Oculus, hoc est fundamentum opticum“. Scheiner hatte dem Bürgermeister von Augsburg brieflich mitgeteilt, er habe im April 1611 Sonnenflecken gesehen. Diese Briefe hatte der Bürgermeister an Galilei gesandt, um dessen Meinung darüber zu hören. Galilei hatte geantwortet, auch er habe diese Sonnenflecken, und zwar zuerst im Oktober 1610, wahrgenommen. Dies war der erste Anlaß zur Feindschaft Scheiners gegen Galilei gewesen³⁵⁹.

Allmählich gelang es dem Pater Castelli, dem französischen Gesandten de Noailles und andern wohlmeinenden Menschen, Urban VIII. darauf hinzuweisen, daß es Galilei ganz ferngelegen habe, den Papst im Simplicius zu verspotten. Urbans Zorn legte sich. Er milderte die Bedingungen der Haft, die über Galilei verhängt war, und gestattete ihm schließlich, in der eigenen Villa Galileis in Florenz zu leben, unter der Bedingung, dort keine Besuche zu empfangen. Zu dieser Mildertung im Verhalten des Papstes hatte auch die Empörung beigetragen, die Galileis Prozeß in ganz Europa hervorrief. Auch von dem der Kirche ergebenen Descartes ist ein Ausspruch in dieser Richtung bekannt. Chledowski faßt die Summe dieser Weltbegebenheiten in die Worte zusammen: Urban VIII. war ein zu gebildeter und vernünftiger Mann, um Kopernikus' Theorie von der Umdrehung der Erde ohne weiteres zu verwerfen. Die Jesuiten Scheiner und Grassi haben den Kampf gegen den Philosophen geführt; sie mißgönnten Galilei seinen Ruhm und haben sich die schwächsten Seiten des Papstes zunutze gemacht, um den verhaßten Gelehrten zu verderben. Urbans Hochmut und Despotismus durfte nicht zu nahe getreten werden. Wenn Galilei lebenslänglich in Padua geblieben wäre, meint Chledowski, so würde ihn Venedig vor der Inquisition zu schützen gewußt haben; der Großherzog von Florenz sei zu schwach — oder zu feige — dazu gewesen.

Ehe wir uns nun der Betrachtung der wissenschaftlichen Leistungen Galileis zuwenden, machen wir zunächst noch auf das wichtige Zusammentreffen der wissenschaftlichen Ereig-

nisse in jener Zeit aufmerksam, das darin gegeben ist, daß gerade damals das Fernrohr erfunden ward. Nachdem gewöhnliche Brillengläser schon seit ein paar Jahrhunderten in Gebrauch gekommen waren und nachdem 1590 das Mikroskop (als ein kombiniertes Linsensystem) erfunden worden war, wurde 1608 das Fernrohr erfunden. Ebenso wie beim Mikroskop ist auch bei der Erfindung des Fernrohrs die Kombination mehrerer Linsen (eines Okulars und eines Objektivs) das Wesentliche. Erst durch diese Kombination wird die entscheidende Leistungsfähigkeit des Mikroskops und des Fernrohrs erzielt. Diese Kombinationen scheinen zunächst zufällig gefunden worden zu sein, jedenfalls ohne den Besitz einer Theorie. Die Theorie ist erst nachträglich geliefert worden, im wesentlichen von Kepler. Als Erfinder des Mikroskops wird ein holländischer Glasschleifer, Zacharias Jansen, angesehen. Als erster Erfinder eines Fernrohres gilt der holländische Brillenmacher Franz Lippershey. Als sich Lippershey bei den Landesbehörden um ein Privilegium für die Anfertigung des von ihm erfundenen Fernrohres bemühte, wurde ihm geantwortet, er möge sein Fernrohr so verbessern, daß man dadurch gleichzeitig mit beiden Augen sehen könne. Eine schöne Leistung des Bureaokratismus! Lippershey aber kam diesem Wunsche im Laufe von drei Monaten nach.

Mit unglaublicher Schnelligkeit verbreitete sich damals die Kunde, daß so etwas wie ein Fernrohr durch Linsencombinationen möglich sei. Man muß sich die schnelle Verbreitung des Gerüchts durch die große und allgemeine Erregung und Forschungsbegeisterung in astronomischen Fragen erklären. Galilei fertigte sich auf das bloße Gerücht hin selbst ein Fernrohr an. Die ersten Fernrohre dieser Art heißen holländische Fernrohre. In Venedig stiegen die ältesten Senatoren auf den Turm von S. Marco, um die ankommenden Schiffe durch das Teleskop zu sehen, die sie mit bloßem Auge nicht hätten erkennen können. Eine prinzipiell verbesserte Anordnung des Linsensystems brachte Kepler in seiner Dioptrik (1611); diese Art von Fernrohren heißt fortan astronomische Fernrohre. Scheiner brachte, wie wir schon mitteilten, Blendgläser an den Fernrohren an. Vielleicht ist, wie Humboldt im Kosmos meint, Galilei später dadurch erblindet, daß er noch keine Blendgläser gebrauchte³⁶⁰.

Es ist nun ziemlich leicht zu verstehen, daß die Kopernikanische Weltansicht durch die neuen Beobachtungen, die am Himmel mittels des Fernrohres möglich wurden, gewaltige Stützen erhielt. Der Mond wurde von Galilei als ein der Erde gleichartiger Körper erkannt (Januar 1610). Galilei war imstande, die Höhe der Mondberge aus der Länge ihrer Schatten zu berechnen; die Venus mußte eine Kugel sein und ihr Licht, gleich dem Monde, von der Sonne erhalten; denn Galilei konnte sehen, daß sie zu manchen Zeiten in Sichelform erscheint (Ende 1610). Hinsichtlich der Entdeckung der Sonnenflecken bestand, wie wir sahen, ein Prioritätsstreit zwischen Galilei und Scheiner. Die wahre Priorität hierin gebührt schließlich einem dritten, dem deutschen Magister Johann Fabricius³⁶¹. Da diese Flecken, nachdem sie zuerst am Rande der Sonne erschienen, dann über die ganze Sonnenfläche hinweggeglitten und zuletzt verschwunden waren, nach einigen Tagen aber an der ursprünglichen Stelle von neuem auftauchten, lag es nunmehr nahe, auch eine Rotation des Sonnenballs anzunehmen. Als das frappanteste aber erschien jener Zeit die Entdeckung der vier Jupitermonde durch Galilei (Januar 1610). Aus diesem Anlaß u. a. korrespondierten Galilei und Kepler miteinander, und Galilei schrieb: „Ich danke Dir, daß Du, wie es von der Schärfe und dem Freimut Deines Geistes nicht anders zu erwarten war, schon nach dem ersten kurzen Einblick, den Du in meine Forschungen genommen, zuerst, ja fast als einziger, meinen Behauptungen vollen Glauben beigemessen hast. Was aber wirst Du zu den ersten Philosophen unserer hiesigen Hochschule sagen, die trotz tausendfacher Aufforderungen in eiserner Hartnäckigkeit sich dagegen sträubten, jemals die Planeten oder den Mond oder das Fernglas selbst zu betrachten und die somit ihr Auge mit Gewalt gegen das Licht der Wahrheit verschlossen? . . . Diese Sorte Menschen glaubt, die Philosophie sei ein Buch, wie die Aeneis oder die Odyssee, und die Wahrheit sei nicht in der Welt oder in der Natur, sondern (dies sind ihre eigenen Worte!) durch die Vergleichung der Texte zu erforschen³⁶²“.

Galilei gab zu seinen Kopernikanischen Weltansichten eine sehr eigene, seltsame kosmogonische Ergänzung. Er stellte sich vor, der göttliche Baumeister habe zuerst die Sonne geschaffen und ihr einen festen Platz gegeben. Dann aber habe er irgendwo abseits im Raume die Planeten gebil-

det und sie von diesem Platze aus nach der Sonne zu, die sie anzog, fallen lassen. Die Geschwindigkeiten der fallenden Sterne seien natürlich im Fallen gewachsen. Da habe nun der Schöpfer in einem bestimmten Augenblick einen jeden dieser fallenden Planeten aus der Fallbewegung in eine Kreislaufbahn abgelenkt. Da Jupiter im Fallen näher an die Sonne herangekommen war als Saturn, so hatte er bereits eine größere Geschwindigkeit erreicht, die in der Tangentialgeschwindigkeit des nun um die Sonne umlaufenden Jupiter wiederkehrt. Die inneren Planeten laufen ja etwas schneller als die äußeren, und zwar in entsprechend der Sonnenentfernung abgestuften Geschwindigkeiten (nach dem dritten Keplerschen Gesetze). Man würde aus diesen Zahlen- und Anschauungsgrundlagen wohl sogar einen Schluß auf die Lage des Ortes im Weltall ziehen können, meint Galilei, von dem aus der Schöpfer die Planeten fallen ließ³⁶³.

Unter den Einwänden, die gegen das Kopernikanische System damals gemacht werden konnten, fanden diejenigen, die sich auf die terrestrischen Erscheinungen beziehen, noch einige besondere Zuspitzungen (gegenüber dem, was wir bereits früher darüber mitteilten). Man sagte: ein senkrecht emporgeworfener Körper würde nicht längs der gleichen Linie, in der er aufstieg, an den nämlichen Ort, von dem er ausging, zurückkehren können, wenn unterdes (durch die Erdumdrehung) sich die Erdoberfläche absolut im Raume verschoben hätte. Hiergegen weist Galilei auf das Experiment hin, das man am Maste eines Schiffes machen könne. Führt man dort, dicht am Maste eines Schiffes stehend, eine solche Wurfbewegung aus oder läßt man von der Spitze des Mastes einen Stein herunterfallen, so ergibt sich ganz das nämliche Resultat, ob nun das Schiff still im Hafen liegt, oder ob es sich in flotter Fahrt befindet. Also wird ein geworfener Körper von dem Fahrzeuge, in dem der Wurf stattfand, auch dann noch mitgenommen, wenn sich der geworfene Körper scheinbar unabhängig in der freien Luft befindet. Ebenso geht es auf dem Erdball zu³⁶⁴.

Ein anderer speziellerer Einwand lautete, daß durch die Schwungkraft der rotierenden Erde die darauf befindlichen Gegenstände abgeschleudert werden müßten. Dieser Einwand wäre richtig, wenn diese Schwungkraft (Zentrifugalkraft) nicht verhältnismäßig klein wäre, so daß sie jedenfalls

durch die Erdanziehungskraft bedeutend übertroffen wird. Auch dies hat Galilei richtig dargelegt³⁶⁵.

Galileis Theorie von Ebbe und Flut war insofern falsch, als sie zwar etwas mechanisch Richtiges aussagte, jedoch nicht den wahren Grund der wirklichen Phänomene traf. Die Veränderungen nämlich in den Bewegungen des Meerwassers, die Galilei ableitet, sind wahrscheinlich wirklich da; aber sie sind sehr klein und würden vielleicht kaum von uns bemerkt werden. Über diese Galileischen Wasserbewegungen aber superponiert sich die Wirkung ganz anderer Kräfte, welche dann die entscheidende Wirkung erzielen, und diese Kräfte stellte eben Galilei nicht in Rechnung. Diese wahren Kräfte der Meeresflut sind die Attraktionen des Mondes auf das Meerwasser, wie Franciscus Patritius (1591) und nach ihm Kepler (1607) es richtig erklärt haben. Galilei aber versuchte die Erscheinung folgendermaßen zu erklären. Die Erde führt zwei Bewegungen zu gleicher Zeit aus. Sie dreht sich um sich selber und sie läuft um die Sonne. Diese Bewegungen müssen sich für jeden Punkt der Erdoberfläche in bestimmter Weise miteinander verbinden, und wenn man dieses Bild in den absoluten Raum hineinstellt und es genau und scharf betrachtet, so wird man finden, daß die absoluten Geschwindigkeiten irgendeines bestimmten Punktes der Erdoberfläche im Laufe aller vierundzwanzig Stunden rhythmisch schwanken müssen. Es wird nämlich um Mitternacht die Rotationsbewegung eines Erdenpunktes der Revolutionsbewegung der Erde gleichgerichtet sein, so daß die summierte Bewegung als die vergrößerte absolute Geschwindigkeit dieses Punktes in die Erscheinung treten muß. Am Mittage dagegen wird die Rotationsbewegung ebendesselben Punktes der Revolutionsbewegung der Erde entgegengerichtet sein, und es wird eine Subtraktion der beiden Geschwindigkeitswerte vorzunehmen sein. Daß hieraus gewisse Bewegungen der Wassermassen auf der Erde mit mechanischer Notwendigkeit folgen müssen, ist unbestreitbar. Indessen sind die sich dabei ergebenden Zahlenwerte nur klein. Galileis Irrtum ist in dieser Hinsicht verzeihlich, da er nicht wußte und nicht wissen konnte, wie weit die Erde von der Sonne entfernt ist. Diese Entfernung hielt er (mit Kopernikus) für zwanzigmal kleiner, als sie in Wirklichkeit ist. Die Irrigkeit der Galileischen Ebbe- und Fluthypothese steht mit diesem Irrtum über die

kosmischen Entfernungen in einem leicht zu verdeutlichenen Zusammenhang³⁶⁶.

Als Galilei siebzig Jahre und älter geworden war, den Inquisitionsprozeß hinter sich hatte und zu erblinden begann, gab er nichtsdestoweniger seine Arbeit für die Wissenschaft nicht auf. Er entdeckte in astronomischer Hinsicht noch die Libration des Mondes. Es sind dies kleine Veränderungen hinsichtlich des Bildes, das uns der Mond zeigt. Er kehrt uns ja im allgemeinen stets die gleiche Seite zu; aber ein klein wenig schwankt dies Bild dennoch, er dreht sein Antlitz doch sozusagen ein ganz klein wenig rhythmisch hin und her. Die Astronomen unterscheiden mehrere Arten solcher Libration; einige davon sind durch Galilei studiert worden.

Wir wenden uns nunmehr den Leistungen Galileis auf dem Gebiet der terrestrischen Physik zu. Hier ist nun ohne Zweifel seine größte Leistung die Erforschung der Gesetze des freien Falls und des Wurfs. Dies ist überhaupt geradezu die entscheidende Tat seines Lebens und der Wendepunkt der Wissenschaften. In welcher Folge sich diese Entdeckungen im Geiste Galileis vollzogen haben, ist nicht ganz leicht festzustellen. Die geistvollsten Historiker, Physiker und manchmal auch Philosophen haben sich mit Konstruktionen versucht, denen zufolge sie den Hergang in der Gedankenentwicklung doch nur mehr oder weniger postulierten. Wir werden hierüber das Wichtigste mitteilen. Wir haben dabei gleichzeitig auch noch die Aufgabe, die Vorgeschichte des Problems kurz zu skizzieren.

Emil Wohlwill³⁶⁷ meint, daß die Entdeckung der Parabelform der Wurfbewegung der Entdeckung des einfachen Fallgesetzes vorausgegangen sei, so daß Galilei erst durch die Betrachtung jener Parabelform auf die Erkenntnis der Natur des freien Falles hingeleitet worden sei. Gewöhnlich geht man nicht von dieser Seite her an die Beurteilung der Vorgänge in Galileis Geiste heran. Das jedenfalls ist anzunehmen, daß phantasiemäßige und rein-konstruktive Anschauungen vom Wesen der Fallbewegung weit mehr als Experimente im Mittelpunkt der Galileischen Arbeit gestanden haben müssen. Es geht dies schon daraus hervor, daß Galilei trotz aller seiner Experimente sich gewaltig über die Konstante g getäuscht hat. Diese Zahl bedeutet den Beschleunigungszuwachs, den der fallende Körper während

einer jeden Sekunde empfängt. Galilei setzt diesen Wert $g =$ rund 5 m an, während er in Wirklichkeit $=$ rund 10 m ist. Den letzteren wahren Wert dieser Konstante hat Huyghens festgestellt.

Der Begriff einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung war schon öfter erörtert worden, und man möchte glauben, daß ihn auch Galilei schon fertig aus der Überlieferung empfangen haben wird³⁶⁸. Wenn man sich aber fragt, warum es so lange gedauert hat, bis die Menschheit mit diesem bereits feststehenden Begriff der gleichmäßig beschleunigten Bewegung die irdischen Erscheinungen zu bearbeiten gelernt hat, so wäre zu vermuten, daß das Geheimnis, das dem Infinitesimalen damals noch anhaftete, den meisten Geistern zu schwer zu durchschauen oder gar zu beherrschen war. Dieses Geheimnis macht sich bei der freien Fallbewegung darin geltend, daß es damals schwer sein mußte, den Begriff einer Momentangeschwindigkeit zu fassen, also einer Geschwindigkeit, die sich von Augenblick zu Augenblick ändert. Und wenn man auch von einer Momentangeschwindigkeit hätte sprechen mögen, wie sollte man sie messend fassen? Man wußte, daß unter einer Geschwindigkeit das Verhältnis eines meßbaren Weges zu derjenigen meßbaren Zeit zu verstehen war, in der dieser Weg durchlaufen war. Aber wie man eine Geschwindigkeit fassen sollte, die gleichsam nur punktuell ist, das wußte man nicht³⁶⁹. Daher sehen wir denn bereits einen Kommentar im vierzehnten Jahrhundert bemüht, Ersatzvorstellungen zu gewinnen³⁷⁰. Dort wird nämlich gezeigt, daß, wenn eine Bewegung, von der Ruhe beginnend, kontinuierlich schneller und schneller würde und zuletzt bei einer bestimmten Endgeschwindigkeit v ihr Ende fände, die Zeit, die unterdessen verbraucht war, ebensogroß ist, als wenn der Körper mit der Geschwindigkeit $\frac{v}{2}$ den ganzen Weg gleichmäßig und ohne Beschleunigung zurückgelegt hätte. Durch diese Betrachtung lassen sich die Schwierigkeiten einer fortwährend beschleunigten Bewegung in der rechnerischen Behandlung einiger Aufgaben umgehen.

Ganz den gleichen Hilfsgedanken trägt nun auch Galilei vor. Es läßt sich diesem Gedanken eine graphische Verdeutlichung geben. Man stelle sich die von 0 bis v anwachsenden Geschwindigkeiten in parallelen Linien untereinander

angeordnet vor, so daß die Fläche eines Dreiecks durch diese Linien schraffiert wird. Man wähle die Abstände beliebig dicht; je dichter man sie wählt, um so kürzer sind gleichsam die Zeitintervalle, in denen man die diskret herausgegriffenen Momentgeschwindigkeiten einander folgen läßt. Ein primitiver Integrationsprozeß führt uns dann darauf, den Flächeninhalt dieses Dreiecks als Repräsentanten des durchlaufenen Weges anzusehen. Man kann dann weiterhin das Dreieck in ein flächengleiches Parallelogramm verwandeln, dessen eine Seite dann gleich $\frac{v}{2}$ zu nehmen ist. Und so ergibt sich $s = \frac{vt}{2}$, wobei s der Fallraum und t die Zeit ist.

Galilei schließt nun folgendermaßen weiter. Er nimmt die Gleichung hinzu $v = gt$, wobei g die Konstante ist, von der wir schon sprachen. Diese Gleichung drückt eigentlich nichts anderes aus, als daß v gleichmäßig mit der Zeit wächst. Man kann diese Gleichung also logisch-analytisch aus dem Begriff der gleichförmig beschleunigten Bewegung herausziehen. Jetzt braucht man nur noch die beiden mitgeteilten Gleichungen zu verbinden, und man erhält

$$s = \frac{vt}{2} = \frac{gt \cdot t}{2} = \frac{g}{2} t^2$$

$$s = \frac{g}{2} t^2$$

Dies ist die Grundgleichung des freien Falles, aus der sich alle anderen Formen der Beziehungen zwischen s , v , t und g ableiten lassen.

Diese fast rein mathematischen Anstrengungen waren es also, die den Kern der Galileischen Leistungen bildeten. Was ihn auch sonst phantasiemäßig angeregt haben mag, — diese Kerngedanken, die den Begriff der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mathematisch klären, waren in jedem Falle unerläßlich, und sie waren nach der geschichtlichen Lage der Wissenschaften doch eben nicht ganz leicht zu vollziehen³⁷¹.

Freilich bleibt es wahr, daß, wenn uns die Natur selbst Erscheinungen aufgedrängt hätte, die in unmittelbarer Durchsichtigkeit das verwickelte zentrale Problem enthalten hätten, die Menschheit rascher sich veranlaßt gesehen hätte,

die richtigen Theorien herzustellen. So wären z. B. alle infinitesimalen Prozesse zunächst (d. h. zur Aufstellung, aber freilich nicht zum Verständnis der Gesetze) vermeidbar gewesen, wenn man den Zusammenhang zwischen Fallraum und Fallzeit unmittelbar und leicht hätte messen können. Man hätte dann die obige Galileische Schlußformel rein empirisch erhalten und man hätte aus diesem empirischen Gesetze nachträglich alle anderen Gleichungsformen der Fallbewegung und auch ihre Deutung aus dem Beschleunigungsbegriff ableiten können. Denn der mathematische Apparat gleicht einer Katze, die, wenn sie fällt, sich im Fallen in der Luft beliebig drehen kann; ohne viel Phantasie und Gedankenanstrengung kann man manchmal aus gewissen Gleichungszusammenhängen alles herausholen, was überhaupt in der Situation erfassbar ist. Mithin müssen sich die natürlichen Grundanschauungen für irgendeine Sache ganz automatisch ergeben, sobald man die Erscheinung nur von irgendeiner Seite her in festen Formeln eingefangen hat. Jene Galileischen Überlegungen, die an dem Exempel einer Verwandlung eines Dreiecks in ein Parallelogramm sich darstellen ließen, hätten zuletzt freilich in jedem Falle geleistet werden müssen; aber sie wären durch den gedachten Automatismus der Mathematik schon sehr frühzeitig, vielleicht schon im Altertum, erzwungen worden, wenn eben die Sprache der Tatsachen der Natur von vornherein anschaulicher und durchsichtiger gewesen wäre, als sie es ist.

Wir wollen das eben Gesagte noch deutlicher machen: Die gewöhnlichen Fallgeschwindigkeiten sind für die unmittelbare und naive Auffassung unserer Sinne zu groß. Dieser Umstand hat dem Menschengeschlecht hier den empirischen Weg versperrt, und so hat dasselbe den mathematisch-begrifflichen Weg gehen müssen, um im Problem des freien Falls jene große Verbindung von Spekulation und Empirie herzustellen, die seither für fast alle Wissenschaft bis auf den heutigen Tag entscheidend und vorbildlich geworden ist.

Es hätte freilich noch eine andere Möglichkeit gegeben. Die Vorgänge des freien Falls sind nicht so weit von aller sinnlichen Erfassbarkeit und Meßbarkeit entfernt, daß man nicht hätte hoffen dürfen, ihnen durch irgendwelche Apparatur und durch irgendwelche Umformungen ihrer Gestalt beizukommen. Man zwingt ja auf experimentellem Wege auch sonst manchmal die Erscheinungen der Natur zu einer

deutlicheren Sprache. In dieser Richtung liegen in der Tat (auch für unser jetziges Problem) die Experimente Galileis mit der schiefen Ebene. Durch die schiefe Ebene wird die Fallbewegung verlangsamt, und man durfte a priori annehmen, daß sie dabei ihr Wesen nicht vollkommen verändern würde. Auf diese Art hätte ein anderer an Galileis Stelle wohl auch zuerst die Formeln empirisch gewinnen und dann ihre Interpretation aus Kraft- und Beschleunigungsvorgängen suchen können. Galileis Leistung ist nicht auf diese Art zustande gekommen. Von Galilei ist der direkte experimentelle Weg wohl nur gleichzeitig nebenher beschrritten worden. Das darf man aus der allgemeinen geistigen Lage jenes Zeitalters präsumieren; auch lassen die sorgfältigsten und besten historischen Untersuchungen, wie etwa diejenigen Wohlwills, es annehmen.

Daß man die Galileischen Entdeckungen als eine Ausführungsarbeit zur Stützung des Kopernikanischen Systems aufzufassen habe, wie vereinzelt behauptet worden ist³⁷², kann wohl nicht zugegeben werden, wengleich die Wirkung der geistigen Atmosphäre, die das Kopernikanische System bei begeisterten und hochbegabten Menschen geschaffen haben muß, gewiß nicht unterschätzt werden darf.

Nicht ganz leicht aufzulösen ist die Frage, in welchem Maße Galilei den Glauben an eine Attraktionskraft der Erde gehegt haben mag. Fast alle neueren Schriftsteller, wie Ernst Mach, Eugen Dühring, Kurt Laßwitz und Emil Wohlwill stellen Galilei als reinen Phoronomiker hin, der lediglich die tatsächlichen Bewegungsvorgänge untersucht und sich von der Spekulation über Kräfte möglichst ferngehalten habe. So ist es auch; aber es ist dabei wahrscheinlich, daß die Beschränkung auf das Sichtbare und Meßbare in den Erscheinungen, also die Bevorzugung der positiven, phänomenalen Seite der Dinge, in Galilei erst im Gefolge seiner Forschungen mehr und mehr hervorgetreten ist. Wieweit dann aus der vorsichtigen Abgrenzung im Ausdruck der gewonnenen Resultate eine positivistische Überzeugung geworden sein mag, welche meint, daß der Begriff der Kraft in die Wissenschaft gar nicht hineingehöre, kann man nicht wissen.

Von Kräften hat man immer gesprochen, aber es war streitig, wo diese Kräfte ihren Sitz haben sollten, ob im Raume an sich, sofern eine bestimmte Anordnung der Dinge

in der Welt ihnen durch die Natur oder den Schöpfer zugewiesen war, oder ob in den bewegten Dingen selbst, oder ob solche Kräfte, etwa beim Stoß, von einem Dinge auf das andere übertragen werden könnten. Gerade die heutige Vorstellung, daß die Materie unseres Planeten alle in die Luft geworfenen Körper wie mit unsichtbaren Seilen dauernd zu sich heranziehe, lag wohl anfänglich dem Menschen etwas ferner. Als man die Phänomene des Magneten sorgfältiger studierte, muß sie sich freilich mehr und mehr aufgedrängt haben. Auch hatte schon Benedetti die Erklärung der Beschleunigung aus einer Anziehungskraft der Erde angedeutet³⁷³. Aber man suchte um diese Vorstellung in jener Zeit herumzukommen; viele scheuten vor ihr noch mehr zurück, als vor jenen anderen, vorher genannten Vorstellungen, und gerade diejenigen, die modern sein wollten, scheuten sich vor solchen Annahmen am meisten. Denn in solchen Kraftannahmen lag doch etwas, was den soeben erst verworfenen okkulten Qualitäten der Scholastik gar zu ähnlich sah. Galilei wird ähnlich empfunden haben. Alles, was Streitpunkt bleiben konnte, ohne doch jene wesentlichen Erfolge zu tangieren, ließ er geflissentlich auf sich beruhen. So erzog er sich selbst dazu, die Sprache eines reinen Phoronomikers anzunehmen. Ich möchte es aber meinerseits bezweifeln, daß er einen so entschlossenen positivistischen Glauben, wie etwa ein Ernst Mach, in der Verwerfung des Kraftbegriffs gehabt haben sollte. Es dürfte angemessener sein, diese Frage unbeantwortet zu lassen³⁷⁴.

Kepler hegte eine solche Scheu nicht; er sprach von Kräften. Auch dies ist Genialität; welches Verhalten aber das tiefere und weisere war, ob das Keplers oder das Galileis, darüber wird man heute, je nach dem Parteistandpunkte des Urteilenden, verschiedener Meinung sein können. Kepler und Galilei stimmten, so können wir das Bild der Lage zusammenfassen, sofern überein, als sie beide wußten, daß das wesentliche Neue der entstehenden Physik nicht in der Art ihrer materiellen Voraussetzungen, sondern in der mit der Mathematik verbündeten neuen Methode lag. Sie unterschieden sich jedoch darin von einander, daß der eine jene materiellen Voraussetzungen — vor allem so manche altüberlieferten metaphysischen Begriffe und Probleme — neben der neuen Methode stehen ließ, während der andere wohl mehr die Tendenz hatte, sie ganz und für immer zu verbannen.

Darin dürfte Mach, der das Antimetaphysische und Phänomenalistische an Galilei betont, jedoch recht haben, daß er sagt: „Es wäre ein Anachronismus und gänzlich unhistorisch, wollte man die gleichmäßig beschleunigte Fallbewegung, wie dies mitunter geschieht, aus der konstanten Wirkung der Schwerkraft ableiten³⁷⁵“.

Es ist nötig, die Schwierigkeiten, die im Kraftbegriff liegen, noch etwas näher zu verdeutlichen. Man kannte die Kraft zunächst nur als Druck auf eine Unterlage. Man konnte z. B. am eigenen Arme fühlen, was Kraft sei, wenn dieser Arm gegen eine verschlossene Tür drückte. Aber was mit dieser Kraft in dem Augenblick geschieht, in dem jene Tür dem Druck nachgibt und aufspringt, das war durchaus unklar und mußte unklar sein. Auch heute noch wird der Begriff der Kraft aus diesen zwei durchaus ungleichen Phantasiequellen gespeist, da er trotz aller mathematischen Formeldefinitionen doch immer zugleich auch anschaulich erfaßt werden muß: aus der Vorstellung eines statischen Druckes und aus der Vorstellung eines dem Erdmittelpunkt oder dem Magneten innewohnenden Geheimnisses, das die Bewegungsbeschleunigung von Sekunde zu Sekunde hervorbringt. Die Verbindung dieser beiden Ideen miteinander ist und bleibt — psychologisch genommen — ein Artefakt und erzwungen durch die Materialien der Wissenschaft, welche uns zu einer psychologischen oder auch sachlichen Synthese dieser Art hindrängen³⁷⁶. Eine brauchbare Vorstellung von der Natur und der Wirkungsweise einer solchen Kraft, wie es die Erdanziehungskraft ist, konnte also gar nicht von Galilei zugrunde gelegt werden. Sie konnte sich vielmehr erst ergeben, nachdem die phoronomischen Phänomene vollkommen klargestellt waren, — also erst nach der wesentlichen Leistung Galileis. Das ist ja überhaupt ein allgemeiner Charakterzug des modernen naturwissenschaftlichen Denkens und Forschens, daß sich aus der exakten Feststellung und Messung der Tatsachen erst hinterher die bereinigten Begriffe, auf die man sie stellen muß, ergeben.

Jene ältere Ansicht, daß dem Orte im Raume eine Kraft innewohne, auf den ein Körper hingehört und an den er von jenem Orte aus hingezogen wird, könnte man wohl als einen etwas korrumpierten Aristotelismus bezeichnen. Gegen sie polemisierte bereits Philoponos, ein Schriftsteller des sechsten Jahrhunderts n. Chr., und von ihm sind die Neuerer der

Renaissance beeinflußt. In den Körpern selbst, so lehrt Philoponos, müsse das Streben liegen, die natürliche Ordnung zu bewahren.

Fracastoro (1483—1553), der in manchen Hinsichten bereits als ein Neuerer gilt, suchte in seinem Buch „De sympathia et antipathia“ die Aristotelische Lehre vom natürlichen Ort durch Kräfte in den Körpern selbst zu erklären. Alle Bewegung wird erklärt aus der Verwandtschaft oder Gegensätzlichkeit der Naturen der sich bewegenden Körper im Verhältnis zu ihrer Nachbarschaft. Das Feuer habe deshalb seinen natürlichen Ort zwischen der konkaven Wölbung der Mondsphäre und der äußeren Grenze der irdischen Atmosphäre, weil die Region des „Lichtes“, an die es angrenzt, ihm durch die Qualität der Trockenheit verwandt sei. In ähnlicher Weise werden die natürlichen Orte aller vier Elemente durch die Verwandtschaften mit den angrenzenden Sphären und Elementen begründet. Dieser Gedanke weicht von den Aristotelischen Anschauungen nicht wesentlich ab. Neu ist an ihm höchstens die Hinzufügung der Begriffe der Sympathie und Antipathie, welche wie Kräfte in der Richtung der logischen Verwandtschaftsverhältnisse wirken. — Wenn z. B. Wasser in einen Schlauch kommt und die darin befindliche Luft verdrängt, so sei dies, sagt Fracastoro, nicht rein mechanisch aufzufassen; sondern die Disharmonie zwischen Wasser und Luft sei hierbei entscheidend. — Der *horror vacui* soll daher ebenfalls kein letztes Prinzip sein, sondern auch er wird aus spezielleren Ursachen erklärt, die in den Körpern selbst ihren Sitz haben. Weil nämlich das Vakuum der logische Gegensatz des Körpers sei, so bedeute es zugleich eine Bedrohung der physischen Existenz solcher Körper, die sich in der Nachbarschaft eines solchen Vacuums befinden würden. Der Horror scheint also auf einer Art von Selbsterhaltungstrieb dieser Körper zu beruhen. Ebenso ein Selbsterhaltungstrieb — spezialisiert nach Sympathien und Antipathien — bestimmt nun auch alle sonstigen Bewegungen aller Körper³⁷⁷.

Benedetti, ein unmittelbarer Vorgänger Galileis (1530 bis 1590), dem der jugendliche Galilei „sowohl in der Art der Fragen, die er sich stellte, als auch oft in der Redeweise folgt, ohne ihn jedoch zu nennen³⁷⁸“, weiß bereits, daß der fallende Stein eine Summe einander folgender Impulse erfährt. Er weiß diese sich summierenden Antriebe mit den sich

summierenden Antrieben zu vergleichen, die eine Schleuder während der vorbereitenden Umschwungsbewegung einem geschleuderten Steine erteilt. Der geschleuderte Stein hat nach Benedetti eine „*virtus impressa*“ empfangen. Diese *virtus impressa* nehme allmählich ab, die Schwere gewinnt ein Übergewicht, und so fällt der Stein zu Boden. Diese Vorstellungen sind bereits etwas verständiger als jene älteren, aber sie sind noch nicht zu einer mathematisch klaren Interpretation der Vorgänge brauchbar. Auch sind sie mit allerhand Irrtümer durchflochten. Benedetti meint z. B., daß ein horizontal geschleudertes Körper sich langsamer der Erde nähere als ein frei fallender, was nicht richtig ist, und ebenso irrig scheint er zu meinen, daß das Schleudern die Schwerkraft für eine Zeit lang aufhebe³⁷⁹.

Bei Benedettis glücklicher Bemerkung, daß sich auch während der Antriebsbewegung einer Schleuder die zeitlich einander folgenden Impulse summieren, können wir hier noch einmal Lionardos gedenken. Dieser warf gelegentlich die Bemerkung hin, daß ein Pfeil, der vom Bogen fortgeschneit wird, nicht bloß im Augenblick der höchsten Spannung des Bogens, sondern auch in den darauf folgenden Lagen durch die berührende Sehne angetrieben werde³⁸⁰. Derartige Vergleichsbilder boten in jener Zeit vortreffliche Hilfen, um allmählich zur richtigen Auffassung des Zusammenhanges zwischen dem Kraftbegriff und dem Begriff der beschleunigten Bewegung zu gelangen.

Schön ist auch die anschaulich richtige Vorstellung Benedettis von dem Wesen der Erdanziehungskraft, aus der folgen würde, wie er sich vorstellt, daß in einem durch den ganzen Erdball (wie durch einen Apfel) hindurchgestochenen Kanal ein in diesen Tunnel hineinfallender Körper hin und her pendeln würde, indem er längs des Tunnels durch den Erdmittelpunkt hindurchginge und dann wieder zurückkehrte³⁸¹. Es ist bei solchen Lehren der Vorgänger beinahe unmöglich, daß Galilei neben anderen hypothetischen Vorstellungen nicht auch von Anfang an einen gewissen Begriff von der Anziehungskraft der Erde zugrunde gelegt oder es wenigstens mit ihm versucht haben sollte.

Zur Entschuldigung des Benedettischen Irrtums, daß ein geschleudertes Körper langsamer falle als ein frei und senkrecht fallender, bemerkt Ernst Mach folgendes. „Ein naiver Beobachter“, sagt er, „eines schief oder horizontal ge-

schleuderten, fast eine gerade Anfangsbahn beschreibenden Steines mußte den natürlichen Eindruck gewinnen, daß die Schwere durch den Bewegungsimpuls aufgehoben sei.“ Mach setzt hinzu, daß aus diesem naiven Eindrucke wahrscheinlich schon die altüberlieferte Unterscheidung zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung herrühre, welche verschiedenen Gesetzen zu gehorchen schienen³⁸².

Der Unterschied zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung, der von Aristoteles bis zur Renaissance in unangefochtener Geltung war, begann eben damals zu weichen. Es mußte zur Preisgabe jenes alten scholastischen Gegensatzes kommen, sobald sich ein tieferer Geist einmal ernstlich die Frage vorlegte, wodurch denn überhaupt die gewaltsame Bewegung sich eine Zeitlang zu erhalten vermag. Denn dann mußte man auch deren innerer Realität gerecht zu werden suchen, und sobald man das tat, mußte man mindestens auf einen Begriff wie den einer zweiten Natürlichkeit gelangen — dieser moderne Ausdruck mag hier zur Klärung der Problematik jener alten Situation dienen; — man gelangte aber alsbald (über Benedetti, Galilei und Toricelli) zur vollen Aufhebung des alten Gegensatzes.

In der älteren primitiveren Anschauung lag es, daß eine „gewaltsame Bewegung“ nur so lange bestehen kann, als die Gewalt da ist. Es mußte irgend etwas anwesend sein, was den vergewaltigten Körper stieß oder drängte. Dies ist ganz anthropomorphistisch nach der Analogie eines gewaltsam von anderen fortgeführten Menschen gedacht. Aus diesem Postulat über die Natur des Gewaltigen ergab sich die sonderbare Vorstellung, daß es bei einem fortgeschleuderten Körper nur die umgebende Luft sein konnte, welche die einmal eingeleitete gewaltsame Bewegung unterhielt. Die zugleich mit dem geschleuderten Körper in Bewegung gebrachte Luft sollte von hinten dem geschleuderten Körper nachdrängen und so seine Bewegung unterhalten. Gegen diese Theorie haben sich allerdings schon früh sehr gewichtige Bedenken erhoben. Schon Philoponos im sechsten Jahrhundert n. Chr. hat solche Bedenken geltend gemacht. Philosophisch geistvoll ist der Einwand des Philoponos, den Galilei in seiner neuen Ausdrucksweise wiederholt hat, daß man dann dem Medium, der Luft, ein Beharrungsvermögen in der gewaltsamen Bewegung zuschreibe, das man dem festen Körper abgesprochen habe. Physikalisch präziser

durchdacht sind die Einwände Benedettis, die sich auf Betrachtungen über den Zustand der Luft vor und hinter dem fliegenden Geschloß stützen. Er fand, daß hinter dem Geschloß die Luft verdünnt sein müßte und daher eher ein Zurückziehen des Körpers bewirkt werden müßte³⁶³.

Jene elende Theorie von dem Nachdrücken der Luft wurde seit Cusanus und Cardanus durch eine andere ergänzt, welche allerdings ebenfalls noch mit dem Aristotelischen Prinzip von der Gewalt in der gewaltsamen Bewegung vereinbar sein sollte. Dies neue Prinzip war das von der „*vis impressa*“. Die *vis impressa* erhalte sich einige Zeit im geschleuderten Körper, werde aber dann aufgebraucht, genau so wie ein glühender Körper allmählich erkaltet. Wenn die *vis impressa* sich verloren hat, fällt der Körper zu Boden.

Man sieht, daß von solchen Spekulationen der Weg nicht mehr weit bis zur völligen Preisgabe des Unterschiedes zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung war.

Als nun Galilei ans Werk ging, ohne sich um die verfahrenen Fragen nach den Ursachen der Bewegung und nach dem Kraftbegriff weiter viel zu kümmern, und sich nur vorsetzte, die phoronomischen Tatsachen strenger zu prüfen und zu durchdenken, tat er sicherlich das Richtigste und Dringlichste. Er beging indessen zunächst insofern einen Fehler, als er anfänglich annahm (1604), daß gleiche Beschleunigungen entsprechend den durchlaufenen Wegeinheiten einträten. Es mußte dann die jeweilig erreichte Geschwindigkeit proportional dem durchlaufenen Wege sein. Es ergab sich später, daß dies falsch war, und nun erst fand er die richtige Lösung, daß diese Antriebe im geraden Verhältnis zu dem Verlauf der Zeit erfolgten. Populär drückt man es so aus, daß man sich vorstellt, mit Ablauf jeder Sekunde gewinnt der fallende Körper jedesmal etwa

$10 \frac{\text{met}}{\text{sec}}$ an Geschwindigkeit. — Wann Galilei seinen

Irrtum von 1604 überwunden hat, weiß man nicht; nur das ist sicher, daß er im Frühjahr 1609 bereits im Besitz der vollen Wahrheit war.

Es geziemt sich noch, einer Phantasielhilfe für die Auffassung der Natur der Fallbeschleunigungen zu gedenken, die von Galilei in den *Discorsi* selbst dargeboten wird. Im Schwimmen der Fische und im Fliegen der Vögel, heißt es dort, zeigt uns die Natur, wie eine gleichmäßig beschleu-

nigte Bewegung zustande kommt. Diese Vergleiche aus dem organischen Leben sind natürlich nur mit Vorbehalten und nur so lange zu gebrauchen, bis das Maximum der Geschwindigkeit von jenen Tieren erreicht ist, das sie im Laufen oder Schwimmen oder Fliegen erreichen können. Denn nur auf das Studium der noch wachsenden Geschwindigkeit kommt es hier an. Man kann dann annehmen, daß jeder Flügelschlag gegen die Luft dem Tiere einen gleichen beschleunigenden Impuls erteilt, und jeder Flossenschlag gegen das Wasser desgleichen. Nimmt man ferner etwa bei den Fischen an, daß alle Flossenschläge, auch die allerersten, in genau gleichen Zeitabständen gegeben werden, so folgt leicht:
 $v = c \cdot t$.

Mit der gedanklichen Klärungsarbeit ging die experimentierende Beobachtung bei Galilei Hand in Hand. Die Versuche auf der schiefen Ebene wurden von Galilei in folgender Weise vorgenommen. Ein Brett von zwölf Ellen Länge wurde an dem einen Ende bald eine, bald zwei Ellen hochgehoben. In diesem Brett befand sich eine halbzollbreite Rinne mit glattem Pergament ausgekleidet. Eine glatt polierte Messingkugel mußte in dieser Rinne hinunterlaufen. Galilei verglich die Zeiten und die durchlaufenen Entfernungen. Wie er auch den Winkel des Brettes stellen mochte, stets betrug die Zeit, die es dauerte, bis die Kugel das ganze Brett hinuntergerollt war, das Doppelte derjenigen Zeit, in der das erste Viertel des Brettes von ihr durchlaufen war. Andere Teilungen ergaben das analoge Resultat, das dem Gesetz der quadratischen Proportion entspricht. Das Experiment wurde hundertfach wiederholt. Zum Messen der Zeit diente das Ausfließenlassen von Wasser; das ausgeflossene Wasser wurde abgewogen³⁸⁴.

Die weitere Verfolgung daran anknüpfender Fragen und Problemstellungen ergab sich nun fast von selbst. Galilei erkannte, daß die erreichten Endgeschwindigkeiten der über die schiefe Ebene rollenden Kugeln nur von der Höhe abhängig waren, um die sich der Ausgangspunkt des Rollens über den Endpunkt erhob. Wie man auch die Schrägheit und Länge des Weges wählen mochte, immer war der Endeffekt an Geschwindigkeit genau so groß, als ob die Kugel senkrecht um den durchmessenen senkrechten Höhenunterschied herabgefallen wäre. Ja man konnte sogar krummlinige Bahnen wählen und erzielte hinsichtlich der Endge-

schwindigkeit dasselbe Resultat. Versuche mit krummlinigen Bahnen konnte Galilei dadurch auf einfachste Weise herrichten, daß er schwere Körper pendelnd aufhängte. Freilich war es bei allen diesen Experimenten zunächst nicht direkt möglich, die Endgeschwindigkeiten zu messen. Statt dessen half sich Galilei damit, die Höhen zu vergleichen, bis zu denen die gesunkenen oder herabgerollten Körper kraft der von ihnen erlangten Geschwindigkeit wieder zu steigen vermochten. Diese hinterher erreichbaren Steighöhen gaben ihm ein Maß oder einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der in der tiefsten Lage erreichten Geschwindigkeiten³⁸⁵.

Indem Galilei diese Früchte seines ersten großen Erfolges pflückte, geriet er, wie von selbst, in die Nähe weiterer großer und fruchtbarer Prinzipien und Ideen.

So näherte er sich offenbar bei den soeben betrachteten Studien dem Prinzip der Erhaltung der Kraft und dem Arbeitsbegriff. Wenn er diese Prinzipien auch nicht selbst erfaßte, so gewann er doch eine Anschauung davon, daß in einer erlangten Geschwindigkeit eine „Wirkungsfähigkeit“ stecke³⁸⁶, die irgendwie wieder verwertet oder ausgegeben werden könne. Hier hat Huyghens später angeknüpft, als er die nicht ganz einfachen wahren Pendelgesetze endgültig erforschte.

Ernst Mach rühmt an Galilei, daß bei den soeben mitgeteilten Untersuchungen, aber auch sonst oft, das Prinzip der Kontinuität in methodischer Weise angewendet worden sei und sich aufs fruchtbarste bewährt habe³⁸⁷. Das soll heißen: Galilei habe es verstanden, durch allmähliche Übergänge, im speziellen Falle: von einer Lage des Brettes in die andere und dann sogar durch den Übergang von der geraden Bewegungsbahn zur krummen usw. sich ein übersichtliches Vergleichsmaterial von Tatsachen zu verschaffen. Kontinuitäten des Experimentes entspricht eine Kontinuität der Gedankenführung, und aus beiden folgt dann die Einsicht in die Einheit und Allgemeinheit der wahrsten und wichtigsten Prinzipien der Natur.

Den Satz vom Parallelogramm der Kräfte hat Galilei nicht besessen. Wir wollen versuchen, dafür einen tieferen Grund in der allgemeinen Haltung des Galileischen Geistes aufzudecken. Galilei hatte, nachdem er die richtige phoronomische Analyse und Darstellung der Fall- und Wurfbewegung gefunden hatte, geflissentlich die Fragen nach den Ursachen

der Bewegung und nach den Kräften beiseite gehalten; bei solcher Zurückhaltung vor dem Kraftbegriff können wir uns nicht wundern, daß ihm die Aufstellung des Gesetzes vom Parallelogramm der Kräfte nicht beschieden war. Er kannte nur ein Parallelogramm der Zusammensetzung der Bewegungen; die Lehre vom Parallelogramm der Kräfte aber erscheint in ihrer klaren und reifen Gestalt erst bei Newton und bei Varignon (1687).

Newton hat zwar den Galilei als den Entdecker dieses Prinzips bezeichnet; aber die heutigen Historiker finden mit Recht, daß für Galilei nur die Kenntnis des Parallelogramms der Bewegungen in Anspruch genommen werden darf. Es liegen diese beiden „Parallelogramm“-Prinzipien zwar ziemlich nahe beieinander. Aber es macht immer noch einen Unterschied, ob ein Denker ein Prinzip sich bewußt gemacht und es klar formuliert hat, oder ob ein solches neues Prinzip nur seinem Gesamtwissen organisch nahe lag und auch wohl latent und gefühlsmäßig darin enthalten sein mochte. Galilei hatte sich das Prinzip vom Parallelogramm der Kräfte nicht vollkommen bewußt gemacht; denn dann würde er es wohl auch für das Problem der schiefen Ebene angewendet haben, was er nicht getan hat. Es findet sich bei Galilei überhaupt kein Fall einer statischen Anwendung des Prinzips vom Kräfteparallelogramm⁸⁸⁸.

Den Historikern der Mechanik liegt diese Frage mit Recht sehr am Herzen, auch spürt man gern den feineren Wendungen des Gedankens bei Galilei nach, durch die er sich vom Begriff des Momentes aus dem Begriff der Kraft näherte. Es war dies besonders in den Galileischen Studien zur Hydromechanik der Fall. Eugen Dühring ist diesen Feinheiten nachgegangen, in denen sich für Galilei ein Übergang vom statischen zum dynamischen Kraftbegriff ergeben konnte. Es herrscht indessen in dieser ganzen Situation eine prinzipielle Unklarheit oder Zwiespältigkeit, über die sich weder Eugen Dühring noch Ernst Mach deutlich aussprechen; es könnte sein, daß sie sich selber nicht ganz darüber klar geworden sind. Wenn man nämlich auf der einen Seite Galilei aufs entschiedenste lobt, daß er in der Analyse der Fallbewegung reiner Phoronomiker geblieben sei und den Kraftbegriff ferngehalten habe, so kann man nicht gut auf der andern Seite die Partei des Kraftbegriffes nehmen, als einer notwendigen Entdeckung bzw. Begriffsreini-

gung, die damals sich zu vollziehen bestimmt war, und erwartungsvoll fragen, wie weit es Galilei darin gebracht habe. Die Wahrheit ist unseres Erachtens die, daß der Kraftbegriff in der Mechanik unentbehrlich ist; fraglich kann nur sein, ob man ihm eine mehr anthropopathisch-subjektive Bedeutung für die Technik des Denkens in der Mechanik, oder ob man ihm irgendeinen metaphysischen Sinn geben will. In letzterer Hinsicht könnte man sich auch begnügen, in den Kraftbegriff nur einen Hinweis auf irgend etwas Objektives zu legen, ohne eine Annahme darüber zu machen, von welcher Art dies Objektive, das uns noch nicht bekannt ist, sein mag³⁸⁹. Es ist offenbar, daß wir hier vor einer Frage stehen, die von eminentem philosophischen Interesse ist. Galilei übte im Hinblick auf den Kraftbegriff eine allzugroße Zurückhaltung; dies hat dem Fortschritt seiner Einsichten ein wenig geschadet.

Die antimetaphysische Tendenz, die auf die Elimination des Kraftbegriffes damals und vielfach auch heute noch hinwirkt, ist übrigens schon bloß aus der methodischen Situation des modernen Mechanikers leicht zu erklären. Wer nämlich die eigentlichen Schwierigkeiten der rein mechanischen Probleme kennt, weiß, wie sehr man bei der Bearbeitung derselben dahin gedrängt wird, allen Begriffen irgend etwas Meßbares zur Seite zu stellen. Ist nun in der Fallbewegung die Beschleunigung meßbar, wozu bedarf es dann noch eines zweiten parallelen Begriffes, der Kraft, der durchaus nur in jedem Falle die gleichen Maße wie die zugehörige Beschleunigung zeigen kann? — so fragt der mathematische Mechaniker. Und von diesem Motive gedrängt, und wohl dabei etwas übereilt vorgehend, gelangen viele Forscher fast ganz von selbst zu einer antimetaphysischen Haltung.

Was nun die speziellere Geschichte des Kraftbegriffes betrifft, so zieht Eugen Dühring, worauf wir soeben hinwiesen, eine sehr frühe Veröffentlichung Galileis aus dem Jahre 1612 heran, die sich auf hydrostatische Probleme und auf das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten bezieht. Wir heben daraus nur hervor, daß hier der Begriff des Momentes eine große Rolle spielt, mit welchem Ausdruck das gemeint ist, was wir heute etwa Kraftkomponente nennen würden. Ein solcher Begriff des Momentes wäre natürlich dem der Kraft nahe verwandt. Es ist dort ferner die Rede

von Körpern, welche auf dem Wasser schwimmen, und es herrscht bei Galilei nach Dühring „die Empfindungsvorstellung von dem Andrang, den ein schwerer bewegter Körper gegen einen Widerstand ausüben würde“. Man begreift, daß hiermit Anschauungen gegeben sind, die den Übergang vom Statischen zum Dynamischen erleichtern. „Galilei versucht es“, sagt Dühring hinsichtlich des Kraftbegriffes, „die Ursache mit der Wirkung einheitlich zusammenzufassen, indem er unter dem Moment ebensowohl die Fähigkeit (*virtù, talento*) als die tatsächliche Wirkung (*efficacia, energia*) versteht“²⁹⁰.

Die Schwierigkeiten des Übergangs vom statischen zum dynamischen Kraftbegriff haben sich auch beim Problem des Stoßes geltend gemacht. Schon das Altertum warf die Frage auf, warum ein kleiner Schlag auf einen Keil so sehr viel mehr ausrichten könne als ein großer ruhender Druck an der gleichen Stelle. Man durchschaut es heute leicht, daß auch hier ein etwas schielender, kaum in Worte gefaßter Kraftbegriff, der zugleich statisch und dynamisch sein wollte, an der unnötigen Zuschärfung des Problems schuld ist. Galilei widmete dem Problem des Stoßes einen ganzen Abschnitt seiner *Discorsi*. Er erreichte einige Fortschritte in der Auffassung, aber eine vollkommene Lösung, eine mathematische Formel vermochte er nicht zu geben. Hinsichtlich des Gegensatzes zwischen ruhendem Druck und bewegtem Stoß hob er hervor, daß die Kraft des Stoßes im Verhältnis zur Kraft des still ruhenden Druckes gleichsam unendlich sei; denn die Wirkung werde durch zwei Faktoren bedingt: durch das Gewicht des andrängenden Körpers und durch dessen Geschwindigkeit; diese letztere aber sei im Falle des ruhenden Druckes gleich Null. Galilei hat für das still ruhende Gewicht, das nur einen Druck ausübt, bei dieser Gelegenheit den Ausdruck *peso morto* (= Totes Gewicht) gebraucht. Leibniz hat später in einer mechanischen Abhandlung (*Specimen dynamicum* etc.) auf diese Ausführungen Galileis Bezug genommen, und an Galileis Ausdruck vom *peso morto* anknüpfend, hat er die beiden Kunstausdrücke „tote Kraft“ und „lebendige Kraft“ geschaffen, von denen der letztere in die allgemeine Begriffssprache der wissenschaftlichen Welt aufgenommen worden ist und noch heute zu den wichtigsten Terminis der Mechanik gehört²⁹¹.

Zusammenfassend dürfen wir über diesen Punkt sagen: Galilei hat wesentliche Aufklärungen gebracht, welche der späteren methodischen klaren Erfassung und Benutzung des Kraftbegriffes den Boden bereitet haben. Aber Galilei selbst hat sich nicht entschließen können, den Kraftbegriff als einen Baustein, ein dogmatisches Element, mit Bestimmtheit in die Mechanik einzuführen.

Außer der Klärung des Kraftbegriffes ergab sich bei Gelegenheit der glücklichen zentralen Funde des Galilei auch eine Klärung des Trägheitsprinzips. Mit Recht sagt Mach, daß der große Gewinn, der der Wissenschaft nach dieser Seite hin an Einsichten zufiel, als eine fast selbstverständliche Kehrseite der Galileischen Ansichten vom Wesen der Beschleunigung sich ergeben mußte. Denn wenn man die Beschleunigung beim sukzessive weiter und weiter fallenden Körper als das wesentliche, von Moment zu Moment neu eintretende Geschehen auffaßt, so liegt darin, daß die Geschwindigkeit, zu der diese Beschleunigung hinzutritt, als eine gegebene und bleibende Grundgröße, also an sich als unveränderlich angesehen werden muß. Denn sonst würden die Beschleunigungen beim freien Fall nicht genügen, um das Gesamtbild der Erscheinungen aufzuklären.

Daß ein ruhender Körper im Zustande der Ruhe beharrt, solange nicht eine besondere Ursache, sei es ein mechanischer Anstoß oder eine Kraft, eingreift, dieser Teil des Trägheitsprinzips ward seit undenklicher Zeit als selbstverständlich vorausgesetzt. Aber daß ein mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegter Körper diese Geschwindigkeit und deren Richtung festhält, und daß eine besondere äußere Ursache dazu gehören müßte, um seine Geschwindigkeit irgendwie zu ändern oder aufzuhalten, das war nun der zweite Galileische Teil des Trägheitssatzes, der in seiner Allgemeinheit anfänglich wohl schwer zu fassen und zu glauben und doch schon in der Galileischen Analyse des freien Falls fast a priori enthalten war. Galilei selbst hätte es sehr nötig gehabt, sich diesen neuen Grundsatz bewußt vor Augen zu stellen, denn er hat den neuen Gewinn nicht einmal ganz konsequent und überlegen durchweg festgehalten.

E. Wohlwill hat gezeigt³⁹², daß bei Galilei die Klarheit über das neue Trägheitsgesetz keine ganz gleichmäßige und ungetrübte gewesen ist. Die gleichförmige Kreisbewegung erscheint z. B. bei Galilei mitunter noch in der Rolle eines

an sich gültigen Naturprinzips; sie scheint in Galileis Augen eine absolute Bedeutung und Dignität für sich behalten zu haben, auch als er seine Analysen der Wurfbewegung bereits besaß. Ferner hat Galilei noch bisweilen so gesprochen, als ob das gleichmäßige Ausharren einer Bewegung in horizontaler Richtung einen Vorzugscharakter vor der Erhaltung der Bewegung in schrägen Richtungen hätte. Das alles hinderte freilich nicht, daß die Leser der Galileischen Werke das neue Grundprinzip der Beharrung sofort richtig verstanden haben und es in der vollkommenen Breite, in der wir es heute auffassen, annahmen. Z. B. wurde es bei Baliani sofort zu einer klaren Erkenntnis. Und auch Newton, Huyghens und Descartes war es nun leicht, dies neue Prinzip in vollkommen deutlichen Worten auszusprechen.

Soweit Galilei das erweiterte Trägheitsprinzip bewußt besitzen hat, sei es ihm nur „ganz nebenher“ zugefallen, sagt Mach. Mach stellt sich diese zufällige Entdeckung so vor: Bei den Arbeiten am Problem der schiefen Ebene hat Galilei Versuche angestellt, bei denen er die auf einer ersten schiefen Ebene herabgerollten Körper auf einer anderen schiefen Ebene wieder hinaufrollen ließ. Sie erreichen dabei die gleiche Höhenlage, als die war, von der sie herabgerollt waren. Aber die Zeiten, in denen sie wieder so hoch im Rollen hinaufklettern, sind je nach der Schiefe der Ebenen verschieden. Je flacher der Aufstieg ist, um so länger dauert er und um so geringer sind demgemäß auch die von Sekunde zu Sekunde eintretenden Verzögerungen der Geschwindigkeiten. Wir sprechen hier von Verzögerungen; denn die Geschwindigkeiten waren im tiefsten Punkte am größten und müssen am höchsten bei der gedachten Versuchsordnung zu null werden. Es gibt nun einen Grenzfall: Wenn die aufsteigende Ebene nicht mehr wirklich aufsteigt, sondern ganz flach horizontal verläuft, was wird dann eintreten? Dann muß, lediglich in der Kontinuität der bisher erkannten Tatsachen und Wahrheiten, die rollende Kugel in alle Ewigkeit mit der erhaltenen Maximalgeschwindigkeit gleichmäßig weiterrollen. — Das Hübsche an derartigen (Machschen) Betrachtungen ist die Herausstellung der geistigen Techniken, mit denen ein genialer Mensch von Erfolg zu Erfolg schreiten kann. Nach der Überzeugung Machs sind die Verfolgung der Kontinuitäten und die schlichte sich darauf stützende Intuition solche wertvolle Mittel und Wege des Genies⁵⁹³. Ob

aber der historische Galilei wirklich gerade in diesem Zusammenhange seine entscheidende Erleuchtung erfahren hat, das kann nicht mit Bestimmtheit entschieden werden.

Hinsichtlich des Studiums der parabolischen Bewegungslinie geworfener Körper ist jetzt für unsere Zwecke nur Weniges hinzuzufügen. Das Wesentliche ist hierbei die Idee, daß die im Anfange des Wurfes erteilte Geschwindigkeit und ihre Bewegungsrichtung gemäß dem Trägheitsgesetz so aufgefaßt werden können, als ob sie an sich nie verloren gingen noch in sich selber verändert würden, sondern sich nur mit den zum Erdboden gerichteten Fallbeschleunigungen verbinden müßten. Diese Verbindung geht nach dem Prinzip vom Parallelogramm der Bewegungen vor sich.

„Galileis Auffassung der Wurfbewegung“, sagt Mach²⁰⁴, „als eines aus zwei verschiedenen, von einander unabhängigen Bewegungen zusammengesetzten Vorganges leitet eine ganze Reihe analoger wichtiger Erkenntnisprozesse ein. Man kann sagen, daß es ebenso wichtig ist, die Unabhängigkeit zweier Umstände A und B von einander, als die Abhängigkeit zweier Umstände A und C zu erkennen. Denn ersteres befähigt uns erst, den letzteren Zusammenhang ungestört zu verfolgen. Man bedenke, wie sehr die mittelalterliche Naturforschung durch die Annahme nicht bestehender Abhängigkeiten bestimmt war.“ Als spätere analoge Leistungen der modernen Naturwissenschaft bezeichnet Mach die Zusammensetzung der Saitenschwingungen nach Sauveur und die Zusammensetzung der Wärmebewegungen nach Fourier.

Galilei selbst hat diesen seinen glücklichen Griffen und Erfolgen den Namen und den Glanz einer besonderen Methode geben wollen. Er sprach von einer *resolutiven* und einer *kompositiven* Methode. Bei allen naturwissenschaftlichen Problemen habe zunächst eine Herauslösung der wesentlichen Grundbestandteile der Erscheinungen zu erfolgen. Dies leistet die *resolutive* Methode; am Beispiel der Herauslösung der Elementarbeschleunigungen beim freien Fall ist zu erkennen, wie solche Leistungen zum Erfolge zu führen sind. Alsdann folgt die *kompositive* Methode: aus den gewonnenen Grundbestandteilen und prinzipiellen Einsichten müsse das Gesamtbild einer jeden in das betreffende Gebiet fallenden Tatsache geistig nacherzeugt werden können. Im glücklichen Erfolge der Galileischen Forschung ist

es das Bild der Wurfparabel, das so auf kompositivem Wege gewonnen werden kann.

Diese bedeutenden methodischen Begriffe sind in der Geschichte der Wissenschaften, und besonders auch in der Geschichte der Philosophie nicht wieder vergessen worden. Man gewöhnte sich freilich bald, nach dem Vorgange des Descartes, an die Stelle der lateinisch-italienischen Ausdrücke des Galilei die aus dem Griechischen stammenden Ausdrücke: analytische und synthetische Methode, zu setzen. Descartes gestaltete wesentliche Züge seiner Philosophie nach dem Vorbild dieser Galileischen Begriffe. Das Gleiche tat dann auch Hobbes. Die Chemie schuf einen analytischen und einen synthetischen Arbeitszweig. Unter den Männern unserer jüngsten Zeit hat sich wohl Wilhelm Wundt am stärksten auf diese Begriffe gestützt. In den erkenntnistheoretischen Grundlagen der Lehre vom Urteil haben sie auch bei Kant eine große Wichtigkeit gewonnen.

Ob freilich diese beiden Galileischen Methodenbegriffe in sich eine so vollkommene Klarheit besitzen, wie es im ersten Augenblick den Anschein hat, möchten wir bezweifeln. Doch gehört eine nähere Kritik nicht hierher³⁹⁶.

Einen wertvollen Versuch der Umgestaltung des Begriffs-paares hat Paul Volkmann gemacht, indem er die Ausdrücke der Isolation und der Superposition einführte. Es bedeutet die Einführung dieser neuen Ausdrücke, daß der Versuch gemacht werden soll, das Wesentliche an der von Galilei faktisch ausgeübten Methode besser begrifflich herzustellen, als es in den Ausdrücken resolutiv und kompositiv geschah³⁹⁶.

Daß das Parabelgesetz für die Wurflinie nur eine ideale Bedeutung habe, wußte Galilei. Er selbst wies darauf hin, daß die Linien, in denen die Beschleunigungen zum Erdzentrum hin auf den im Bogen dahinfliegenden Körper wirksam werden, streng genommen nicht parallel seien, sondern nach dem Erdmittelpunkte hin zusammenlaufen. Auch war ihm die Bedeutung des Luftwiderstandes klar, da diese Frage schon bei dem Problem, ob alle Körper gleich schnell fallen, eine große Rolle gespielt hatte. Als echter Mathematiker nahm Galilei an der Vorstellung ein besonderes Interesse, daß eine jede Fallbewegung, innerhalb unserer Erdatmosphäre, irgendwann einmal infolge des Luftwiderstandes in eine gleichförmige Bewegung übergehen müsse. Praktisch verifiziert wird diese zunächst rein theoretische

Erkenntnis durch die Regentropfen und Schneeflocken, und wenn man, anstatt an die Gravitation, noch einmal an das Schwimmen der Fische und das Fliegen der Vögel zurückdenken will, so wird man auch dort die analoge Tatsache des Erreichens einer dann konstant bleibenden Maximalgeschwindigkeit zu Gesicht bekommen.

Hinsichtlich des Studiums der berühmten Pendelgesetze durch Galilei ist hier nur wenig zu sagen. Wir zeigten bereits, wie ein verbindender Gedanke Galilei vom Studium der schiefen Ebene zu dem des Pendels hinübergeleitet hat¹⁹⁷. Dabei ist es ihm wohl auch darauf angekommen, die Reibungswiderstände zu mildern und so die Theorie der Wirklichkeit immer näher anzupassen. Denn eine Kugel hat in der Rinne, in der sie läuft, mehr Reibungswiderstände zu überwinden als eine am Faden schwingende Kugel, deren Reibungswiderstände, außer denen der Luft, nur in einer gewissen Reibung des Fadens an seinem Aufhängepunkt bestehen. Den Isochronismus der Pendelschwingungen entdeckte Galilei schon 1582 während seiner Studienzeit in Pisa. Die Entwicklung der Galileischen Forschung in diesen Dingen läßt sich wohl nicht ganz linear darstellen. Wie es bei jedem großen Neuerer der Fall sein mag, so kam auch er von verschiedenen Seiten her, im Laufe eines ganzen Lebens, immer wieder an den gleichen Komplex von Fragen und Lösungshoffnungen heran.

Bekanntlich ist das Gesetz des Isochronismus der Pendelschwingungen nicht streng richtig. Es gilt mit annähernder Brauchbarkeit nur für kleine Ausschlagswinkel des Pendels. Die richtige Theorie des Pendels hat erst, unter Aufgebot eines besonderen mechanisch-mathematischen Scharfsinnes, Huyghens geliefert. Galilei blieb auf diesem Gebiete ein bloß beobachtender Experimentator; ein prinzipieller Gewinn glückte ihm nicht. Exakt richtig war jedoch wieder noch das rein experimentell gefundene Gesetz, daß die Schwingungszeiten verschieden langer Pendel sich wie die Quadratwurzeln aus ihren Längen verhalten. Über die Priorität in der Erfindung der Pendeluhr ist man noch geteilter Ansicht. Neben Galilei kommt hier Huyghens' unabhängig von Galilei gemachte Erfindung in Betracht.

Mach faßt die prinzipiell wichtigsten Hinterlassenschaften Galileis für die Mechanik in vier Punkte zusammen, wobei er von der Entdeckung spezieller Tatsachen und Gesetze

absieht und nur das Prinzipienartige in Betracht zieht. Einer dieser Punkte ist das Beharrungsgesetz (Trägheitsgesetz), ein anderer „das Prinzip der Superposition der Bewegungen“; die übrigen beiden beziehen sich auf die Förderung des Arbeitsbegriffes; dieser wichtige Begriff hat dann erst im Laufe der Jahrhunderte mehr und mehr seine volle Bedeutung entfaltet und besitzt heute seine reifste Gestalt in dem Robert Mayerschen Energiegesetz. Die Förderungen, die der Arbeitsbegriff durch Galilei erhalten hat, sind nach Mach die folgenden beiden: Erstens, in statischer Beziehung: Galilei erkennt bei der Betrachtung des Gleichgewichts auf der schiefen Ebene (genauer gesagt: des Gleichgewichts von Körpern, die auf den verschiedenen Seiten eines Prismas herabgleiten könnten, aber durch eine Schnur miteinander verbunden sind), daß keine Bewegung eintreten dürfte, solange der Erdmittelpunkt in seiner Anziehung auf beide mit einander balanzierende Massen sozusagen keinen Gesamtvorteil davon haben würde³⁹⁸. Die zweite Förderung des Arbeitsbegriffes liege darin, daß Galilei nachwies, daß der Endeffekt an Geschwindigkeit, den ein auf schiefen oder krummen Bahnen sich herabbewegender Körper hervorbringt, nur von der durchlaufenen Höhendistanz abhängt.

Mach hat ein besonderes Interesse am Arbeits- und Energiebegriff; bei dem großen Ansehen, das er als Historiker und Wissenschaftspsychologe genießt, dürfen wir wohl auch noch auf einen anderen seiner Gedanken eingehen, der sich auf den Energiebegriff und zugleich auf die geistigen Charaktere Galileis und Keplers bezieht.

Galilei, so sagt Mach³⁹⁹, faßte anfänglich das Verhältnis von Geschwindigkeit (v) und durchlaufenem Weg (s) ins Auge. Da es ihm hiermit nicht recht glückte, so ging er, wie wir gesehen haben, dazu über, lieber das Verhältnis von Geschwindigkeit (v) und Zeit (t) ins Auge zu fassen. Hier nun fand er die eine seiner beiden Grundformeln: $v = gt$, welche den einen Schlüssel des ganzen Problems enthält. — Wäre Kepler, so sagt Mach, an Galileis Stelle gewesen, so hätte er vielleicht nicht so rasch den anfänglichen Weg verlassen, sondern geduldig ausharrend weiter nach dem wahren Funktionsverhältnis zwischen v und s gesucht. Zuletzt würde er vielleicht auch auf diesem Wege das Richtige herausgefunden haben: $v = \sqrt{2gs}$. Die Entwicklung der Mechanik hätte alsdann bei dieser Ausgangsformel einen ganz anderen

Weg nehmen können; man wäre dann vielleicht um Jahrhunderte früher zur Aufstellung des Arbeits- und Energiebegriffs gelangt. Wörtlich sagt Mach: „Nehmen wir an, Kepler hätte sich dieselbe Frage gestellt. Während Galilei stets nur nach dem Einfachsten griff und eine Annahme sofort fallen ließ, wenn sie nicht paßte, zeigt Kepler eine ganz andere Natur. Er scheut sich vor den kompliziertesten Annahmen nicht und gelangt, dieselben fort und fort allmählich abändernd, zum Ziel, wie dies die Geschichte der Auffindung seiner Gesetze der Planetenbewegung hinreichend dartut. . . Unserer Meinung nach hat nun diesem geringfügigen historischen Umstand der Begriff ‚Arbeit‘ die Mühe zu danken, mit welcher er sich nur sehr allmählich zu seiner gegenwärtigen Bedeutung emporarbeiten konnte.“ — Wir werden Mach hierin recht geben, wofern wir seine etwas gewagte Prämisse gelten lassen, daß es einen solchen Kepler hätte geben können, der unentwandt auf die Formel $v = \sqrt{2gs}$ hingearbeitet hätte. Wir haben zwar oben gesagt, daß ein jeder algebraische Mechanismus im allgemeinen einer fallenden Katze gleiche; daraus könnte nun hier geschlossen werden, daß aus der Formel $v = \sqrt{2gs}$ sich ganz von selbst in kurzer Zeit die Formel $v = gt$ hergestellt haben würde. Und so würde der fingierte Keplersche Weg der Untersuchung alsbald in die wirklichen Galileischen Anschauungen eingemündet haben. Aber dennoch bleibt eine gute Möglichkeit für die Machsche Fiktion. Denn es könnte immerhin der erste Eindruck der Formel $v = \sqrt{2gs}$ so stark gewesen sein, daß sich die Phantasie des Forschers gedrängt gefühlt hätte, dieser Formel passende begriffliche Konstruktionsmittel für die phantasiemäßige Sachanschauung zu verschaffen und zur Verfügung zu stellen. Hier hätte es dann zur Konzeption des Arbeits- und vielleicht auch des Energiebegriffes kommen können. Statt dessen ist nun wohl, bei dem wirklichen historischen Hergange jener Entdeckungen, die Formel $v = \sqrt{2gs}$, falls sie irgendeinem Rechner im siebzehnten Jahrhundert in den Zeilen seiner Deduktionen erschienen sein sollte, nur für eine Künstlichkeit und Zufälligkeit der Schreibweise gehalten worden. Wir können also Mach, mit gewissen Vorbehalten, recht geben.

Ein tiefes erkenntnistheoretisch-ontologisches Problem, das hiermit zusammenhängt, ist folgendes: Man kann sich die

Frage stellen, ob der Problemstellung „wie ist v abhängig von t “ ein tieferes sachliches (metaphysisches) Recht zukomme als der Problemstellung „wie ist v abhängig von s “? In dieser Frage gehen die Ansichten Machs und Dührings auseinander. Der erstere sagt: „Unbefangen betrachtet, hat man genau das gleiche Recht...“ Der letztere sagt⁴⁰⁰: „Die Zeit in ihrer Gleichmäßigkeit erschien ihm (Galilei) als diejenige Form der Hinzufügung von Element zu Element, in welcher auch die einfachsten Teilbetätigungen einer Kraft vor sich gehen müßten... Ja diese Vorstellungsart ist weit eingehender als diejenige, welche die tatsächlich durchlaufenen Räume zum sofortigen Ausgangspunkt macht. Auch ist sie wissenschaftlicher, indem sie das Einfache bemerken läßt, aus welchem die zusammengesetzte Erscheinung erst ein weiteres Ergebnis ist... Mit Recht hat auch Lagrange das Genie Galileis weniger in glücklichen Beobachtungen als in der Kraft der Zergliederung und Entwirrung der sich unserm Geist in sehr verwickelter Gestalt darstellenden Naturtatsachen gesucht.“ Das im Gegensatz der Meinungen Machs und Dührings zutage tretende ontologische Problem muß hier natürlich unerledigt bleiben.

Wie sich Galilei zum Problem des *horror vacui* verhielt und wie er über die Atmosphäre und die Phänomene ihres Gewichtes urteilte, das bleibe einer späteren Stelle dieses Buches darzustellen vorbehalten. Es wird dies zweckmäßigerweise in den Zusammenhang der Geschichte der Atomistik gestellt werden können. Ganz übergehen müssen wir seine physikalischen Forschungen über den Schall und über die musikalischen Töne. Erwähnt sei kurz, daß er eine endliche Geschwindigkeit für die Ausbreitung des Lichtes annahm und daß er Versuche anstellte, um deren Größe experimentell zu bestimmen. Diese Versuche mißlingen ihm; sie gelangen erst dem Franzosen Fizeau (1819—1896).

Wegen ihrer kultur- und wissenschaftsgeschichtlichen Wichtigkeit darf jedoch die Begründung der Festigkeitslehre durch Galilei nicht übergangen werden. Auch ist die Schöpfung dieser Disziplinen ein wichtiges Kennzeichen für den geistigen Gesamtcharakter des Mannes.

Es handelt sich hier um die Festigkeit der Materialien und Bauten für Ingenieurzwecke. Es ist merkwürdig, wie Galilei diese Probleme mathematisch zu betrachten gelehrt hat.

Galilei geht von der Erfahrung aus, daß eine Maschine im Kleinen als Modell wohl ganz haltbar ausfallen könne, während sie dann, im Großen ausgeführt, sich doch nicht als genug widerstandsfähig erweise. Wenn man auch alles in proportionalen Maßstäben vergrößere, so zeige sich doch eine geringere Festigkeit. Dies muß nun mathematisch erklärt werden können. Das ist das Problem. Nicht nur für Maschinen und Kunstbauwerke, sondern auch für die organischen Naturkörper gebe es hier gewisse Gesetze und wohl zugleich gewisse Grenzen, über die hinaus sie aus mechanischen Gründen überhaupt nicht vergrößert werden können. So würden bei einem Baume von zweihundert Ellen Höhe zweifellos die Zweige unter ihrem Eigengewicht abbrechen, oder es müßte eine andere Materie als das uns bekannte Holz gewählt sein. Die Knochen sehr großer Tiere werden aus den gleichen Gründen von der Natur unförmlich dick gestaltet. Die allergrößten Riesen des Tierreichs aber finden sich überhaupt nur im Wasser, was dadurch zu erklären ist, daß im Wasser der größte Teil des tierischen Gewichts durch den Auftrieb ausgeglichen wird. Geht man nun an die Berechnung der Festigkeit von Stäben, die auf Biegung beansprucht werden, so finden die genannten Tatsachen eine prinzipielle mathematische Erklärung. Galilei vermag zu zeigen, daß eine hohle Röhre mehr aushält als ein massiver Stab, vorausgesetzt, daß für beide die gleiche Materialmenge verwendet wird. Dies läßt sich berechnen und dann entsprechend in der Technik verwerten. Galilei weist darauf hin, daß auch die Natur bei den organischen Wesen den Kunstgriff der Röhrenformgebung anwende. Sie bilde sowohl Knochen wie Grashalme als hohle Röhren aus. Eine der kurzen und glänzenden Formeln, die Galilei für diese Verhältnisse fand, lautete: Bei proportional gebauten Bauwerken oder organischen Körpern von verschiedener Größe wächst die Widerstandsfähigkeit gegen Bruch im Quadrate der zugrunde gelegten Längen, während das Eigengewicht der Bauwerke und Organismen mit dem Kubus dieser Grundlängen wächst. Also wird das Eigengewicht allein schon — von äußerer Beanspruchung abgesehen — die Maschinen oder Tierleiber von einer gewissen Grenze ab zerbrechen oder wenigstens gefährden, wenn in einfältiger Weise das, was sich im Kleinen bewährt hat, im Großen genau proportional wiederholt würde.

Die Grundlage dieser Rechnungsansätze ist die theoretische Zerlegung des Materials in fingierte Fasern, die neben einander liegen, und die Anwendung des Hebelgesetzes zur Berechnung der Beanspruchung dieser Fasern durch Zug, Druck oder Biegung. Diese Bemerkungen mögen zur Charakterisierung des Galileischen Vorgehens genügen⁴⁰¹.

Wir haben nun noch die Aufgabe, uns in abstrakter, philosophischer Weise über die Hauptzüge des neuen geistigen Arbeitscharakters und über die Methoden und Voraussetzungen klar zu werden, die in Galileis Lebensarbeit sich wirksam erwiesen haben und vorbildlich für die Folgezeit geworden sind.

Einige meinen, daß der Fortschritt in der Naturauffassung vom Altertum zur Neuzeit in einer energischeren Abstreifung der Anthropomorphismen bestanden habe. Sehr viel Klares und Bestimmtes ist freilich mit dieser Formulierung noch nicht gesagt; denn es ist nicht leicht zu entscheiden, wie weit die Anthropomorphismen im Einzelfalle reichen, und es ist fraglich, ob wir sie jemals ganz los werden können.

Cassirer knüpft in seiner kritischen Deutung der Galileischen Neuerungen an das soeben bezeichnete, etwas vage allgemeine Prinzip an, um dann zu einer spezielleren Fassung desselben überzuleiten. Er sagt zunächst: Wir müssen aufhören, uns in die Dinge hineinzuzusetzen, in dem Glauben, daß wir sie dann um so besser verstehen könnten. Was dieser Satz bedeutet, wird klar, wenn wir das Galileische Studium der Fallgesetze mit folgendem Satze des *Telesio* vergleichen: Wie der Mensch sich einer unwillkommenen Notwendigkeit rasch zu entledigen trachtet, so streben auch die Körper danach, ihre Bewegung gegen das Erdzentrum, die sie wie einen lästigen Zwang empfinden, zu beschleunigen⁴⁰².

Zu einer bestimmteren Formulierung dieses Gegensatzes der Denkweisen hat nun Cassirer überzugehen versucht, indem er lehrt: In allen wissenschaftlichen Untersuchungen soll fortan der Relations- oder Funktionsbegriff die Führung haben, und er soll den Substanzbegriff, der in den älteren Zeiten der Wissenschaft die Führung hatte, aus dieser Stellung verdrängen. In diesem Sinne und zu diesem Zwecke sei eine Änderung der gesamten Systematik der Naturwissenschaften zu Galileis Zeiten notwendig geworden. Es wäre

falsch zu sagen, meint Cassirer, daß die Herrschaft der Begriffe in der Naturwissenschaft überhaupt aufhören sollte und nur noch die Empfindungen den Erkenntnisinhalt zu liefern hätten. Der Begriff herrschte vielmehr auch in der Galileischen Wissenschaft, nur auf eine neue Weise. Eine vorübergehende Täuschung in dieser Frage konnte in jener gärenden Renaissancezeit nahe liegen. Denn da sich die neue Wissenschaft nicht bloß unmittelbar der Natur gegenübergestellt sah, sondern zugleich auch eine ältere wissenschaftliche Tradition zu bekämpfen hatte, so konnte als Lösungswort eine Zeitlang die Rückkehr zur Empfindung und die Verketzerung der Begriffe, die nichts als Namen seien, verkündet werden. Aber das war nur eine vorübergehende Übergangsgebärde, und man muß sich hüten, sie allzuernst zu nehmen. Cassirer hebt hierbei treffend hervor, daß in der Kopernikanischen Himmelsanschauung bereits ein Vorbild für das neue Verfahren des Erkennens geboten war. Denn nicht der unmittelbare Eindruck des Himmels war es, der uns die richtige Erkenntnis verschaffte, sondern es bedurfte der Mittelglieder des Denkens und der Phantasie, um das Resultat zu gewinnen. Eine neue und „tiefere Durchdringung des Begrifflichen und des Sinnlichen“ nennt es Cassirer.

Ich kann mich ihm in dieser hier skizzierten Gesamtaufassung jedoch nicht ganz anschließen. Denn in dieser allzu einfachen Form der summarischen Betrachtung kommt das Problem des Unterschiedes zwischen mathematischer und gemein-logisch-begrifflicher Forschung noch nicht zu seinem Recht. Ich glaube nämlich nicht, daß es sich völlig auf den Gegensatz von Relation und Substanz zurückführen läßt. Und wie schwierig dies Problem auch sein mag, das bereits Platon gesehen hat, und wie verflochten die Dinge auch sein mögen, so daß sie auch der schärfste Blick eines Heutigen nicht ganz zu entwirren vermöchte: das Wesen der geometrisch-mechanischen Naturauffassung, um das es sich hier handelt, wird nicht richtig verstanden sein, solange man dies Problem des Unterschiedes und der Verbindbarkeit beider Betrachtungsweisen, der Platonisch-begrifflich-antiken und der Keplerisch-Galileisch-mathematisch-modernen noch nicht völlig geklärt hat.

Was sich zur Klärung der Grundlagen und der Gesamtstruktur des damals entstehenden neuen Naturbildes sagen

läßt, ist von uns im wesentlichen bereits bei der Darstellung der Keplerschen Philosophie gesagt worden. Wir können hier nur noch einige kleinere Ergänzungen und Galileische Spezifika beibringen. Dahin gehört das folgende:

Es gelingt, die Materie selbst von einer Seite her zu fassen, durch die sie zum integrierenden Bestandteil der neuen Dynamik wird, obwohl diese Dynamik so abstrakt und mathematisch bleibt wie zuvor. Die Materie wird nämlich in dieser Dynamik lediglich als homogener Stoff aufgefaßt, an dem alles Qualitative und Sinnliche ausgelöscht ist und nur Meßbares übriggeblieben ist; ihre tiefsten Wesensbestimmungen aber, soweit sie in die Axiome der Mechanik eingeht, sind Identität und Unveränderlichkeit. In diesen Wesensbestimmungen erblickt Galilei etwas „Ewiges und Notwendiges“, wie es zu dem Charakter sonstiger Mathematik gut paßt. Wir könnten hier, wenn wir über Galilei hinausgehen und Keplersche Ideen hinzunehmen, die wir bereits besprochen, auch noch auf die Kraft der Trägheit hinweisen, welche der Materie innewohnen muß, als Korrelat derjenigen Kräfte, welche die Materie in Bewegung setzen wollen. Auch hierin liegt dann ein Motiv und eine Handhabe zur Vereinheitlichung des mathematisch-physikalischen Weltbildes und zu der relativen Möglichkeit, es in sich selbst abzuschließen⁴⁰⁹.

In solchem Hineinziehen der Materie in das mathematisch erfaßbare Weltbild liegt ein charakteristischer Gegensatz zum Aristotelismus. Denn im Aristotelismus entstand das Reich der durch die Theorie erfaßbaren Begriffe nur oberhalb der Materie, und aus der Materie dachte man sich alles das stammend, was der Theorie stets unzugänglich bleiben sollte.

Den Rausch über die in so hohem Maße gelungene Vereinheitlichung der Wissenschaft und des Weltbildes kann man begreifen. Auch ist es unbezweifelbar, daß der so geschaffene neue einheitliche Boden sich als recht tragfähig für die Forschung bis auf den heutigen Tag erwiesen hat. Allein der Historiker, der seinem Stoffe alles nur auffindbare Recht lassen möchte, hat hier doch auch die Pflicht, zu sagen, daß Vorbehalte zu machen sind. Letzte Wahrheit ist diese Weltansicht nicht.

Galilei scheint übrigens, soviel ich sehe, den Begriff der Mechanik nicht so aufgefaßt zu haben, als sei sie eine

zwischen Mathematik und begrifflich spekulierender Naturphilosophie in der Mitte stehende Wissenschaft. Er setzt sie geradeswegs der Mathematik gleich. So scheint es auch Cassirer anzusehen. „Durch Galileis Schriften“, sagt er, „zieht sich der Kampf gegen diejenigen, die für die Eigenheit der physischen Gegenstände eine eigene physische Methode verlangen, die der mathematischen entgegengesetzt oder auch von ihr nur in irgendeinem wesentlichen Merkmal verschieden wäre“⁴⁰⁴. Nach unserer Meinung wäre es richtiger, der Physik einen eigenen Rahmen zu geben und sie ontologisch deutlich von der Mathematik zu trennen, wie wir es bei Gelegenheit der Darstellung Keplers gezeigt haben. Galileis beste geistige Kraft lag jedoch nicht in der Richtung dieser Fragen. Galileis Energie, mit der er die Gesetze der Geometrie mit den Tatsachen des Naturdaseins zusammenzuschweißen suchte, findet gelegentlich den packenden Ausdruck: Hier einen Gegensatz statuieren zu wollen, das wäre ebenso unsinnig, als wolle man behaupten, daß die Gesetze der Arithmetik bei der Abzählung eines konkreten Quantums versagten.

Ebenso groß erscheint diese Energie, wenn Galilei behauptet, daß sein Gesetz der Wurfbewegung wahr bleibt, auch wenn unterwegs, im Fallen, der fallende Körper zerstört würde. Simplicio will die Galileischen Sätze für den Fall zugestehen, daß der bewegte Körper von unzerstörbarem Stoffe sei. Es handelt sich an dieser Stelle der Debatte um die ewig gleichförmige Fortbewegung eines einmal bewegten Körpers auf einer horizontalen Ebene. Wahrscheinlich ist Simplicio von dem Bilde und Begriffe der Ewigkeit betroffen und sucht nun einer solchen Theorie das Problem der Vergänglichkeit der empirischen Körper entgegenzustellen. Aber Galilei antwortet entschlossen: Die Vernichtung des Körpers würde nur zu den zufälligen und äußerlichen Hemmnissen gehören, von denen für die theoretische Entscheidung der Frage abzusehen ist. — Wir wissen heute, daß Galilei für die Entwicklung der Mechanik recht behalten hat. Aber andererseits bleibt es denn doch dabei, daß die mathematisch-mechanische Theorie mit dem Gesamtdasein der Naturwirklichkeit nicht absolut koindiziert.

Die Mechanik koindiziert nicht restlos mit der Natur, und die Mathematik koindiziert nicht absolut mit der Mechanik. Man könnte zunächst obenhin sagen: es handelt sich bei

der Mechanik und bei der Physik der breiteren Natur um angewandte Mathematik. Daß aber die Mathematik sich hier anwenden läßt, das muß — so werden wir heute postulieren dürfen — seinen Grund in der Natur selbst haben. Mithin müßte die Galileische Lehre eine neue Ontologie des Naturbegriffs, die an die Stelle der Aristotelischen Ontologie oder Metaphysik der Natur treten muß, in sich schließen. Eine voll befriedigende Klärung dieser neuen Naturontologie und ihres Gegensatzes zum Aristotelismus aber wird von Galilei nicht gegeben. Dafür war er denn doch eben nicht genug Philosoph. Nur in gelegentlichen Wendungen spielt der große Mann gleichsam mit den Möglichkeiten einer philosophischen Durchführung der Anregungen, die aus seinen Sonderforschungen sich ergeben haben. Diese so von ihm hingeworfenen Gedanken sind freilich einer sorgfältigen philosophischen Würdigung wohl wert. Aber in ihnen etwas in sich Fertiges zu erblicken, geht nicht an. Auch Cassirer und der Neukantianismus dürften wohl etwas Fertiges in ihnen nicht erblickt haben; doch liegt es in ihrer philosophischen Grundansicht, daß sie mehr als andere geneigt sind, das Ganze der Natur als ein transzendentes Produkt des betrachtenden Geistes anzusehen und der exakten mathematischen Methode dabei die entscheidende Kraft und Rolle zuzusprechen.

Zur Durchführung dieses Programmes dient Cassirer auch die Betonung der Vorherrschaft des Relationsbegriffs (oder des Funktionsbegriffs, wie er noch lieber sagt, um damit den Anschluß an die Mathematik noch enger zu machen). Es ist auch historisch ganz unverkennbar, daß bei Galilei der Relationsbegriff eine ganz neue Würde und Erheblichkeit erhält. Wir können das an der eben erwähnten Debatte zwischen Simplicio und Salvati erkennen. Die Gesetze, welche die Dinge im Raume miteinander verknüpfen, beziehen sich auf deren Relationen, nicht auf ihre Substanz. Das Gesetz der ewigen Bewegung des fliegenden Steines ist Galilei wichtiger als die Erhaltung seiner Existenz als Stein. Das Gesetz allein gehört in den Rahmen der Theorie und scheint daher im Gesamtdasein der Natur tiefer verankert zu sein als der Dingcharakter des Steines (vielleicht sah es Galilei so an; jedenfalls sieht es Cassirer so an).

Wir gebrauchten den Ausdruck „tiefer verankert“. Ob

man so sagen oder ob man noch weitergehen und sagen will: daß in den Relationen das wahre Sein der Natur voll und ganz enthalten sei, oder ob man andererseits zurückhaltender sein und sagen will: daß die Relationen nur einen dankbareren Zugang zu dem noch immer geheimnisvoll dahinter ruhenden Sein bieten, — diese Streitfragen gehören in die systematische Philosophie unserer Tage hinein und können im Rahmen einer historischen Betrachtung nicht weiter geklärt werden. Hiermit ist dann aber auch die Grenze bezeichnet, an der wir halt machen müssen, wenn es auf die Erschließung und Kritik des Gehaltes der Galileischen Naturansicht ankommt. — Daß der Funktionsbegriff (oder Relationsbegriff) tatsächlich im Galileischen Denken eine gesteigerte Bedeutung gewonnen hat, bleibt wahr und ist von Cassirer mit Glück an der Hand einer ganzen Reihe von Zitaten hervorgehoben worden.

Eine hübsche Ausführung Galileis in seinen „Briefen über die Sonnenflecke“ möge noch als Illustration für diesen Zug im Geiste seiner Forschung angeführt werden. „Entweder, wir suchen auf dem Wege der Spekulation in das wahre und innerliche Wesen der natürlichen Substanzen einzudringen, oder wir begnügen uns mit der Erkenntnis einiger ihrer empirischen Merkmale (*affezioni*). Den ersteren Versuch halte ich für ein Bemühen, das bei den nächsten irdischen wie bei den entferntesten himmlischen Substanzen gleich eitel und vergeblich ist. Wir kennen sowenig die Substanz der Erde wie die des Mondes, sowenig die unserer irdischen Atmosphäre wie die der Sonnenflecken. Denn ich sehe nicht, daß wir im Verständnis der nahen Substanzen irgendeinen anderen Vorteil besitzen als die Fülle der Einzelbestimmungen, die aber alle (ihrem metaphysischen Wesen nach) gleich unbekannt bleiben. Frage ich etwa nach der Substanz der Wolken, so wird mir die Antwort, daß sie aus einem feuchten Dunst bestehen; wünsche ich weiter zu wissen, was dieser Dunst sei, so belehrt man mich vielleicht, daß es sich um Wasser handle, das durch die Kraft der Wärme verdünnt sei. Bleibe ich aber bei meinem Zweifel und wünsche zu wissen, was denn das Wasser eigentlich ist, so werde ich bei allen meinen Nachforschungen zuletzt nur erfahren, es sei jene Flüssigkeit, die in den Strömen dahinfließt und die wir beständig berühren und betasten: eine Kenntnis, die zwar

unsere sinnliche Wahrnehmung bereichert, uns aber nicht mehr in das Innere der Dinge führt als der Begriff, den ich zuvor von den Wolken besaß. So verstehe ich denn von der wahren absoluten Wesenheit der Erde oder des Feuers nicht mehr als von der des Mondes oder der Sonne: vielmehr bleibt ein derartiges Wissen dem Stand der Seligkeit (in der unmittelbaren intellektuellen Anschauung der Dinge) vorbehalten. Wollen wir indes bei der Einsicht in bestimmte Merkmale stehen bleiben, so brauchen wir hieran bei den entferntesten Körpern sowenig als bei den nächsten zu zweifeln; ja wir erkennen jene bisweilen genauer als diese. Denn kennen wir nicht die Planetenläufe besser als die verschiedenen Meeresströmungen? Haben wir die sphärische Gestalt des Mondes nicht weit früher und leichter als die der Erde erfaßt? ... Wenngleich es daher allerdings ein vergebliches Beginnen wäre, die Substanz der Sonnenflecken zu erforschen, so ist es uns doch darum keineswegs versagt, ihre empirischen Merkmale, ihren Ort, ihre Bewegung, ihre Gestalt und Größe, ihre Durchsichtigkeit, ihre Veränderlichkeit, ihr Entstehen und ihre Auflösung zu erkennen, was alles uns wiederum zum Mittel dienen kann, um zu einer tieferen Einsicht in anderen strittigen Fragen der Naturwissenschaft zu gelangen⁴⁰³.

Zur Verdeutlichung des Gegensatzes des mathematischen Funktionsbegriffes des Galilei zum Aristotelischen Dingbegriff und dessen methodologischen Konsequenzen diene auch noch das folgende. Der Aristoteliker Cesare Cremonini war ein führender Gelehrter im Galileischen Zeitalter. Bewegung, sagte derselbe, sei nicht möglich ohne ein strebendes Subjekt und nicht ohne ein Ziel, dem sich dieses Subjekt in seinem Streben zuwendet. Aus dieser Betonung der substanziellen Bestandteile des Vorgangs folgt methodologisch, daß die Dinge am besten zunächst in Klassen eingeteilt werden sollten und daß aus solcher Einteilung das Prinzip für die Unterscheidung der Bewegungen zu gewinnen wäre. So spricht man unter der Herrschaft des Dingbegriffs. Unter dieser Herrschaft gilt der Satz: *Operari sequitur esse*. — Bei Galilei ist es anders. Aber können wir sagen, daß jene ältere Idee ganz falsch sei? Folgt nicht das Fliegen des Vogels wirklich aus dem Sein des Vogels und das Schwimmen des Fisches aus dem Sein des Fisches? Freilich, dies sind Aspekte aus der organischen Welt, und eben diese

Aspekte wurden durch Kepler und Galilei aus dem Blickfelde des neuen Menschengeschlechts hinausgedrängt. Das Kräftepiel der toten mechanischen Materie schien statt dessen alles beherrschen und erklären zu sollen. In diesem Kräftepiel der toten Materie aber tritt der Funktionsbegriff siegreich hervor, und die Dignität des Dingbegriffes sinkt.

Mit Recht sagt Cassirer, daß es sich in beiden Weltansichten um die Verbindung irgendeines Apriori mit dem Aposteriori handelt. Nur meint er, daß dieses Verhältnis der beiden Bestandteile der Erkenntnis (des apriorischen und des aposteriorischen) im älteren Zeitalter weniger richtig und klar erfaßt worden sei als durch Galilei und seine Gleichgesinnten. Wir unsererseits möchten diese Frage noch nicht als ein für allemal entschieden ansehen⁴⁰⁶.

Daß Galilei im Zusammenhange der modernen Naturauffassung, die in ihm erstand, auch die Subjektivität aller sinnlichen Empfindungsqualitäten⁴⁰⁷ gelehrt hat, wird man natürlich finden. Er führte diese Ansicht, die als eine Wiederbelebung alter Demokritisch-Protagorischer Gedanken angesehen werden kann, im *Saggiatore* aus. Als besonders überzeugendes, eindrucksvolles Beispiel führt er den Kitzel an. Neben den andern Qualitäten, wie denen der Farben, der Töne, des Geruchs und Geschmacks hat er auch die Tast- und Widerstandsempfindung ausdrücklich genannt und sie vom objektiven Naturbilde ausgeschlossen, als er festzusetzen versuchte, in welchem Sinne die Begriffe von Körpern für seine Naturwissenschaft gelten sollten. Hinsichtlich des Begriffs der Masse steht es nicht so deutlich, doch scheint es eher, als ob auch dieser Begriff nach Galilei auszuschließen wäre. Durch alles dies würde er sich der Descartesschen Ansicht nähern⁴⁰⁸.

Über das Problem der speziellen Erklärung der einzelnen Sinnesqualitäten gibt Galilei nur wenige Andeutungen. Wir ziehen seine Bemerkungen über die Wärme hervor. Sie ist als die bestimmte Qualität, in der wir sie empfinden, ein bloß subjektiver Gefühlszustand im Menschen. Sie beruht objektiv auf der Anwesenheit materieller feiner Feuerteilchen, welche das Gefühl der Wärme und deren objektive Wirkungen jedoch nur dann hervorbringen, wenn sie in lebhafter Bewegung begriffen sind und wenn sie frei werden, so daß sie aus dem warmen Körper herauszutreten und auf uns einzudringen vermögen. — Das Licht, so nahm er ge-

legendlich an, könnte aus der Wärme entstehen, wenn die Wärmeteilchen sich in unendlich kleine Atome auflösen. Es träte dann die höchste Stufe der Expansion der Materie ein, deren sie fähig sei.

In der Reihe der soeben gegebenen Darlegungen trat mehrfach bereits der Gegensatz zwischen der Erkenntnis des Einzelnen und der Erkenntnis der allgemeinen Gesetze hervor. Dieser Gegensatz ist selbstverständlich kein ganz einfacher. Schlagwortartig pflegte er in jener Zeit des Übergangs benutzt zu werden, und zwar von den verschiedensten Parteien und zu den verschiedensten Zwecken. Noch heute hört man zuweilen sagen, — und es ist wohl auch irgendein Korn Wahrheit in solchen etwas obenhin formulierten Urteilen enthalten —, daß der Erfolg der modernen Naturwissenschaft darauf beruht habe, daß sie sich den Einzeltatsachen der Natur zuwandte, während das Altertum nur ein Interesse am Allgemeingültigen gehabt habe. In derselben Art wurde auch in jenem Zeitalter des Übergangs von manchen Neuerern behauptet, daß die echte Naturwissenschaft sich dem Einzelnen zuwenden müsse und sich von dem Klügeln um abstrakte Begriffe absondern müsse, und es ist eigentümlich, daß gerade unter Berufung auf dieses neue Prinzip sogar Galilei von denjenigen, die ihm nicht zu folgen vermochten, bekämpft wurde⁴⁰⁹. Es ist nicht zu leugnen, daß Galilei eine Menge Abstraktion in die moderne Naturwissenschaft neu hineinbringt.

Vom Altertum her bis zum heutigen Tage weiß man, daß das Einzelne (etwa ein bestimmtes Gebirge) durch systematische Erklärungsversuche fast niemals restlos erschöpft werden kann, während das Abstrakt-Allgemeine (etwa das Gesetz der magnetischen Anziehungen) sehr wohl von der Theorie vollkommen beherrscht wird. In gewisser Weise betrachtet, ist es selbstverständlich, daß es sich so verhalten muß; aber für den Philosophen kann diese scheinbare Selbstverständlichkeit doch etwas Herausforderndes haben.

Im Galileischen „Dialoge über die Weltsysteme“ sagt Simplicio, die mathematischen Spitzfindigkeiten mögen an sich richtig sein; aber die sinnliche und physische Materie entspreche ihnen nicht. Daß eine Kugel eine Ebene nur in einem Punkte berühre, treffe zwar in der Theorie, nicht aber in der Wirklichkeit zu. Es ist interessant, wie Galilei darauf antwortet. Die mangelnde Übereinstimmung, sagt er,

ist in diesem Falle „weder durch das Abstrakte noch durch das Konkrete, weder durch die Geometrie noch durch die Physik verschuldet; sie fällt allein dem Rechner zur Last, der die Rechnung nicht richtig anzustellen weiß“. Das soll offenbar heißen: Die Theorie hat die Aufgabe, sich mehr und mehr der Wirklichkeit anzupassen. Sie geht von Formeln für ideale Fälle aus, und fügt hinterdrein, so gut sie es jeweilig vermag, das Besondere und Singuläre in ihre Ansätze ein, um schließlich auch jedem Einzelfalle gerecht werden zu können. — Das kennzeichnet den Geist der neuen Methode recht gut; aber es fragt sich, ob damit das ganze vorgelegte Problem wirklich endgültig gelöst ist. Denn zu Anfang wenigstens besteht dann doch zugestandenermaßen ein Gegensatz zwischen Theorie und Wirklichkeit; was kann es also da heißen, ihn dem Rechner zur Last zu legen, der doch das Beste geleistet hat, was Menschen der gegebenen Situation gegenüber leisten können und der keine unendliche Zeit für seine Arbeit zur Verfügung hat? Die dialektisch gleichnisartige Redeweise Galileis bezeugt uns also nur seine Energie, mit der er über den Gegensatz von Theorie und Wirklichkeit hinauszukommen strebt und ihn nicht gelten lassen möchte. Und in der Tat ist so viel als wahr anzuerkennen, daß dieser Gegensatz jedenfalls bei Galilei ein anderer und ein viel milderer sein dürfte, als er es bei Aristoteles war.

Des näheren wird dies Vorgehen des „Rechners“ folgendermaßen erläutert: Der Begriff der gleichförmigen Beschleunigung, den wir beim Studium des freien Falls brauchen, sei zunächst eine hypothetische Voraussetzung. Es wird auf mathematische Art untersucht, was aus ihm für das Gesamtbild des Naturvorgangs des freien Falls und für alle etwa erdenkbaren Teilaspekte dieses Naturvorgangs folgen würde. „Zeigt die Erfahrung nunmehr, daß solche Eigenschaften, wie wir sie abgeleitet, im freien Fall der Naturkörper ihre Bestätigung finden, so können wir ohne Gefahr des Irrtums behaupten, daß die konkrete Fallbewegung mit derjenigen, die wir definiert und vorausgesetzt haben, identisch ist; ist dies nicht der Fall, so verlieren doch unsere Beweise, da sie einzig und allein für unsere Voraussetzung gelten wollen, nichts von ihrer Kraft und Schlüssigkeit, — sowenig es den Sätzen des Archimedes über die Spirale Abbruch tut, daß sich in der Natur kein Körper findet, dem eine spiralförmige Bewegung zukommt“⁴¹⁰.

Das alles würde etwa so viel heißen, als: Der moderne Forscher, besonders in der Mechanik, spielt mit frei erfundenen Abstraktionen, ähnlich wie es der Mathematiker tut, und ist in diesem Spiel zunächst befriedigt. Er zeigt sich sehr überrascht, wenn es sich plötzlich einmal ergeben sollte, daß seine Fiktionen ein wahres Bild der Natur (oder eines Bruchstückes derselben) bieten. Er quittiert für diese Übereinstimmung und gibt nunmehr diesen Teil seiner Deduktionen zugleich als Erfahrungswissenschaft aus. — Das ist der Sinn der Galileischen Worte. Eine solche Ausführung und Darstellung aber kann uns nicht befriedigen. Sie war wohl eristisch berechtigt, um seinerzeit die neuen Theorien Galileis gegen Angriffe zu schützen, aber sie bietet keine philosophische Antwort auf die hier sich erhebende tiefere philosophische Frage. Denn ob die Natur ein System sei und in welchem Sinne sie es sei, und was wir in dieser Hinsicht bei unseren Forschungen zu erhoffen haben und wo etwa nach der Seite des Singulären hin die Grenzen unserer Arbeitshoffnungen liegen, alles das wünschen wir zu wissen, und eben über alles das werden wir durch die gewandten Galileischen Antworten doch völlig im unklaren gelassen.

Wir haben gesehen, daß der „Rechner“ mitunter Schwierigkeiten hat, um allen Singularitäten des Einzelfalls gerecht zu werden. Woher rühren wohl zumeist diese Schwierigkeiten? Der physikalische Experimentator wird seinen persönlichen Erfahrungen folgend gern auf die Materie, auf die Zufälligkeiten und Grobheiten der irdischen Stoffe schelten. Damit ständen wir nun wieder an der Grenze des Aristotelismus. Es sah einen Augenblick so aus, als würde durch die neue Auffassung und Bewertung der Materie das Entgleiten in die Aristotelische Zufallslehre verhindert sein; besonders die Cassirersche Darstellung weckt diese Illusion. Wenn die Materie dem Systeme der Mechanik angehört, so kann wenigstens sie nicht mehr die Quelle der absoluten Zufälligkeiten in den Einzeldingen sein.

Mit dieser Herübernahme des Begriffs der Materie in das System der Mechanik kann man aber denjenigen in seinen Schwierigkeiten nur wenig trösten, der über die ungleiche Beschaffenheit der irdischen Stoffe oder darüber klagt, daß sich Kugeln, Ebenen und scharfe Kanten nicht mathematisch präzise herstellen lassen. Die neukantianische Formel, daß

es sich um eine „unendliche Aufgabe“ handle, die schrittweise gelöst werden müsse, hat wohl einen guten und tiefen Sinn; aber sie hat wohl auch etwas Dialektisches an sich, d. h.: sie scheint eine nur vorläufige Zurechtlegung zu sein. Das Bewußtsein von der Existenz eines nicht ganz gelösten Problems bleibt. — Cassirer zitiert übrigens auch einen Satz Galileis, der der Auskunft, daß der „Rechner“ die Schuld habe, wenn Theorie und Realität nicht vollkommen sich decken wollen, vollkommen ungleich, ja entgegengerichtet ist und der der Aristotelischen Ansicht vom Theorielosen nur allzu ähnlich klingt. Er lautet: Über alle Zufälligkeiten des konkret vorliegenden Falles, über die unendlichen Verschiedenheiten der Schwere, der Geschwindigkeit und der Gestalt der einzelnen Körper lasse sich keine sichere Theorie geben⁴¹¹.

Wir gehen nun zu einem anderen Punkte des philosophischen Gehalts der Galileischen Anschauungen über; wir werden von seinem Verhältnis zum Begriff der Induktion sprechen. Galilei verwarf den Syllogismus. In den Begriffen der kompositiven und resolutiven Methode, die er schuf, könnte man etwas wie den Versuch eines Ersatzes für die Methodenlehre des Aristoteles erblicken. Hinter diesen nicht ganz durchsichtigen und einfachen Methodenbegriffen dürfte sich als bester Kern die Methodik der Mathematik in ihrer Anwendung auf die Natur verbergen. Allein worin besteht diese? Ohne auf diese Rätselfrage nochmals im allgemeinen einzugehen, weisen wir jetzt nur darauf hin, daß es Galilei gelegentlich gelungen ist, eine bestimmte Seite dieser Verhältnisse glücklich zu beleuchten, und dies eben geschah in gewissen kurzen Bemerkungen, die er über die Theorie der Induktion hingeworfen hat. Auch die Induktion hat Galilei in eine gewisse Beziehung zur Mathematik gesetzt, nämlich so, daß er sich vorstellt, eine allgemeine erklärende Theorie eines größeren Sachverhalts (der Natur) müsse mannigfache Teile und Beziehungen desselben in mathematische Verbindung miteinander bringen. Aus dieser Gruppe mathematischer Beziehungen ließen sich auf rein mathematische Art neue Beziehungen ableiten, die man dann, zu den Tatsachen der Erfahrung zurückkehrend, daselbst bestätigt finden würde. Das, was wir hier soeben „erklärende Theorie“ nannten, tritt für Galilei an die Stelle des alten Aristotelischen allgemeinen Obersatzes im Syllogismus; denn die

bloße Breitenverallgemeinerung von Sätzen, die an einer kleineren Zahl von Fällen gewonnen waren, wird von Galilei ebenso wie von Bacon bekämpft. Hiermit ist allerdings ein völlig neues Prinzip aufgestellt, das sowohl über die Aristotelische Induktionslehre hinausführen muß als auch die Baconische Induktionslehre auf glückliche Art ergänzen könnte. Über die Aristotelische Induktionslehre führt das Galileische Prinzip hinaus, sobald man einsieht, daß die mathematische Synthesis in den erklärenden Theorien nicht dem Logisch-Allgemeinen Aristotelischer Obersätze gleichgesetzt werden kann. Von der Baconischen Induktionslehre unterscheidet sich das Galileische Prinzip dadurch, daß Bacon überhaupt keine mathematische Synthesis kennt.

Daß dieses so von Galilei gedachte Verfahren überhaupt noch Induktion heißen soll, könnte befremden. Es beruht dies wohl auch nur auf der ganz allgemeinen und vagen Vorstellung, daß in der Naturwissenschaft zunächst an gewisse spezielle Einzeleindrücke aus der Erfahrung angeknüpft werden muß und daß man hoffen darf, zu andern neuen Ansichten von jenen Anfängen aus weiter zu gelangen, wobei dann eine mehr oder weniger hypothetische Gesamtansicht, mathematisch durchdacht und verarbeitet, die Brücke zu bilden hat. Ohne daß in dieser Frage völlige Klarheit geschaffen wäre, wird einfach präsumiert, daß jedes empirische Fortschreiten von Erfahrung zu Erfahrung notwendig den Namen Induktion zu erhalten und daß zwischen-
 inne die Mathematik eine wichtige und fruchtbare Rolle zu spielen habe.

Der für diese Fragen entscheidende Satz Galileis, der bereits von E. F. Apelt (1854) hervorgezogen, sodann von Prantl (1875) gelobt worden ist und von Cassirer ebenfalls wiedergegeben wird, befindet sich in einer Antwort, die Galilei an Vincenzo di Grazia gegeben hat, und lautet: Der Obersatz jeder Induktion darf der abgesonderten Einzelbeobachtung nicht gleichwertig zur Seite stehen, sondern muß ihr als allgemeingültige, mathematisch begründete Relation übergeordnet sein; die bloße Summierung des Einzelnen kann niemals die Anwendung auf die Allheit der möglichen Fälle begründen und rechtfertigen. Denn: „Wenn die Induktion durch alle Fälle hindurchgehen müßte, wäre sie entweder nutzlos oder unmöglich; — unmöglich, wenn die Anzahl der Fälle unendlich ist; nutzlos, weil dann der

allgemeine Satz nichts Neues unserer Erkenntnis hinzufügen würde⁴¹²."

Wir erwähnen, um zu zeigen, wie verwickelt diese schwierigen Fragen sind, daß Apelt in seiner „Theorie der Induktion“ behauptet hat, die Leistung Galileis bei den Fallgesetzen sei kein Beispiel von Induktion. Damit will er die prinzipielle Auffassung vom Wesen der Induktion, wie sie eben dargelegt wurde, die Galileische also, keineswegs umstoßen. Aber er meint, daß die Fallgesetze axiomatischer Natur seien und daher nur durch ein Verfahren der „Abstraktion“, durch „einfachste mathematische Reflexionen über die Natur der Bewegung“ gewonnen werden konnten. Wohl aber gelten ihm die Keplerschen Gesetze und das Newtonsche Gravitationsgesetz als induziert⁴¹³.

Seit der Zeit Apelts herrscht die Tendenz in der Geschichte der Philosophie, in Galilei den Rationalisten zu erkennen. Diese Tendenz ist schon durch gewisse Bemerkungen Kants nahegelegt worden, von dem Apelt offensichtlich beeinflusst ist. Vom Neukantianismus ist in den bald darauf folgenden Jahrzehnten dann der größte Nachdruck auf diese Seite der Galileischen Forschung gelegt worden, oft in der Form schroffer Gegenüberstellung gegen Bacon und geringschätziger Abfertigung des letzteren⁴¹⁴.

In die feineren Spezialfragen der Erkenntnistheorie und Methodenlehre der neuen Galileischen Naturwissenschaft führt folgende Bemerkung Eugen Dührings hinein, die einen ganz anderen Gesichtspunkt als die bisherigen aufbringt. Es ist das Prinzip des wissenschaftlichen Wertes bestimmter Zahlangaben, also das reine Prinzip der exakten Messung an sich, das er scharf beleuchtet. Zunächst zwar spricht auch er von Induktion und induktiver Spekulation.

„Die induktive Spekulation“ — so drückt er es aus — „ist . . . das Auszeichnende in der Verfahrensart Galileis gewesen.“ Das Quantitative sei dabei wichtig, aber eine bloß hypothetische Einführung von Quantitäten hätte nicht viel geholfen. „Erst die bestimmte Messung der Größenverhältnisse in den Erscheinungen konnte aus dem Zirkel bloßer Spekulation hinausführen und die Brücke zu den Wirklichkeiten der Natur schlagen. . . Alle absoluten Größenbestimmungen, die sich auf die einfachsten Elemente der Erscheinungen beziehen, sind auch eine Art von Prinzipien; denn sie können durch nichts anderes ersetzt und aus nichts

anderem erschlossen oder gewonnen werden.“ Das Wesen der modernen Wissenschaft der Physik sei nicht richtig verstanden, „solange die absoluten Größenbestimmungen nicht einen ähnlichen Rang wie die Axiome zu behaupten vermögen“. — Eine interessante Ansicht! Sie bezieht sich offenbar vor allem auf die physikalischen Konstanten. Sie erfaßt nicht alles Wesentliche, aber sie ergänzt in wertvoller Weise die Erklärungen Cassirers. Wenn Dühring zusammenfassend sagt: „Die Aufmerksamkeit auf die mathematische Form, die Größenverhältnisse und die absoluten Größen war das neue Prinzip...“, so würden die beiden ersten Punkte dieser Aufzählung auch von Cassirer anerkannt und hervorgehoben sein; das dritte aber hervorgehoben zu haben, ist Eugen Dührings Besonderheit der Auffassung⁴¹⁵.

Galilei verwarf den Zweckbegriff in wissenschaftlichen Dingen und er lehnte auch das Harmonieideal ab, das wir bei Kepler noch für sein ganzes geistiges Leben und Schaffen so stark wirksam und beseelend gefunden hatten.

Was den Zweckbegriff betrifft, so sind es nur gelegentliche Nebenbemerkungen, die diesem Probleme bei Galilei gewidmet werden. Wenn sich Galilei gegen das Harmonieprinzip wendet, so nimmt er bei dieser seiner Differenz mit seinem großen Freunde den Ton einer würdevollen Bescheidenheit an. Man betrachtet daher gern die Erörterung, die in den Discorsi in dieser Richtung geführt wird und die an folgendes kleines Beispiel anknüpft. Galilei selbst hat den nicht ganz einfachen Satz als Korollar seiner Fallgesetze gefunden: Wenn man von einem hochgelegenen Punkte zu gleicher Zeit eine große Anzahl von Bällchen herabrollen läßt, jedoch in verschiedenen Richtungen, die strahlenförmig und gradlinig von jenem höchsten Punkte ausgehen, indem man etwa durch Herstellung von Rinnen oder Röhren diese bestimmten divergenten Bahnen für die einzelnen Bällchen festlegt, so wird sich folgendes sonderbare Bild für das Laufen der vielen Bällchen ergeben: in jedem neuen Augenblick werden sie allesamt den geometrischen Ort einer Kugelschale einhalten, so daß dieser geometrische Ort, die gedachte Kugeloberfläche, mit dem Abrollen der kleinen Bällchen an Umfang und Radius zu wachsen scheint. Alle diese gedachten, stetig sich vergrößernden Kugeloberflächen gehen durch den gemeinsamen Ausgangs- und Anfangspunkt der Bewegung, von dem aus sich also das Ge-

sambild wie ein nach unten hin sich riesig vergrößernder Fleck einer auslaufenden Flüssigkeit ausnehmen mag. Diese durch reine Mechanik errechenbare Tatsache kann einer des ehrfürchtigen Staunens fähigen Phantasie wie ein Mysterium vorkommen, und insbesondere mochte man in jenen alten Zeiten dabei der Lehren von der Vollkommenheit der Kreisform und der Kugelform gedenken. Eine solche Bemerkung macht denn auch Simplicio in den Galileischen Discorsi. Ob hier nicht einer jener verborgenen Gründe berührt werde, so fragt er, die die Erschaffung des Alls selbst geleitet haben? Aber Galilei antwortet: Er wolle solchen tiefen Betrachtungen nicht widersprechen, nur führten sie auf Lehren, zu deren Höhe er selber nicht aufstrebe. „Uns muß es genügen, daß wir jene weniger erhabenen Werkleute sind, die den Marmor aus der Tiefe hervorsuchen und ans Licht fördern, aus dem der Fleiß des Künstlers sodann die wunderbaren Gebilde erzeugt, die in des Marmors rauher und einförmiger Hülle verborgen lagen⁴¹⁶.“ Dieser bescheidene und zähe Wille zur herbsten Nüchternheit wird nun für lange Zeit in dem führenden Teile der modernen Wissenschaft entscheidend. Es ist diese Herbe eine Konsequenz der Prämissen der mechanischen Naturauffassung; vielleicht ist dieser herbe Naturrationalismus auch ein wenig durch das sinnlich-geistige Temperament des Italienerturns jener Epoche mitbedingt, das seinerseits wiederum vom Arabertum hierin ein wenig abhängig sein mochte.

Eine ähnlich gewollt nüchterne Bemerkung Galileis fällt gelegentlich gegen Sarsi auf dem Gebiete der reinen Geometrie: Er habe, sagt unser Denker, niemals die Chroniken und Adelsregister der geometrischen Figuren studiert, könne somit nicht darüber entscheiden, welche unter ihnen von älterem und höherem Rang seien. Vielmehr glaube er, daß sie alle in ihrer Art vollkommen und altherwürdig, oder besser gesagt, daß sie an sich weder edel noch unedel, weder vollkommen noch unvollkommen seien⁴¹⁷.

Nicht ganz gleichgültig für eine Gesamtwürdigung der Bedeutung Galileis ist schließlich noch das Besondere und Wertvolle, das man an seiner schriftstellerischen Eigenart bemerkt hat.

Eugen Dühning und ebenso Ernst Mach loben an Galilei die einfache Schlichtheit der Darstellung, mit der dieser große und auch hierin wahrhaft moderne Geist geradeher-

aus erzählt, wie er zu seinen Ideen gekommen sei. Eine solche Darstellung habe wahrhafte innere Freiheit, werde leichter als jede andere verstanden und wirke am meisten befruchtend auf nachfolgende Zeiten. Das letzte begreift sich leicht, denn die Schnellkraft der fühlbaren Aktualität geistiger Strömungen reißt mehr mit sich fort, als es bloße starre Resultate und strenge Beweise tun würden. Aber es gehört ein großes Vertrauen in die Sache selbst, die man vorträgt, und in die gesunde Fruchtbarkeit eines sich in sich selber klar fühlenden Denkens dazu, um es zu wagen, ohne logische Geländer und erkenntnistheoretische Zäune frei und rückhaltlos die Impulse einer persönlichen Gedankenentwicklung darzulegen. Dies ist der Charakter Galileis, ein fast neuer Typus von Forschergenie, an dem Dühring und Mach mit Recht ihre Freude haben.

Eugen Dühring hebt den Gegensatz hervor, in welchem die modern-freiere Art etwa zu den Fragmenten des Archimedes steht. In den Beweisen, die dort geboten seien, werde der Gedankengang, durch den man solche Wahrheiten finden kann, geradezu verhüllt. Hierin liege der Grund, warum die antike Statik so wenig Anregungskraft für die späteren Geschlechter gehabt habe. Wir werden uns diesem Dühringschen Urteil gegenüber aber doch zu vergegenwärtigen haben — was auch er nicht bestreiten würde —, daß mathematische Beweise nicht den Zweck haben, den Gedankengang des wirklichen Suchens und Findens der Resultate darzulegen. Man könnte ihren Zweck eher — um ganz drastisch zu sein — dem Zweck einer Rechen-„Probe“ vergleichen. Die alten Geometer und Statiker stellten sich die Aufgabe, alles Neue an ganz bestimmte, bereits anerkannte Elemente anzuknüpfen. Dieser Zwang mochte gelegentlich zu Umständlichkeiten verleiten. Aber die Geschichte der Wissenschaften hätte seiner nicht entraten können.

Im Gegensatz zu dieser älteren, härteren und verschlosseneren Art mathematischer und mechanischer Darlegungen rühmt Dühring den Charakter der Galileischen Schriften mit folgenden Worten: „Sein Gedankengang und seine Fassung der Ideen“, sagt er, „legen die neuen Erkenntnisse in einer Weise vor Augen, die für den fraglichen Wissenszweig bisher noch nicht übertroffen, ja nicht einmal wieder erreicht worden ist. Wenn er schrieb, so war es ihm darum zu tun, in einer lebenden Sprache die Gedanken in der

natürlichsten Weise auseinander entstehen zu lassen. Nicht die Mitteilung fertiger Ergebnisse oder die Betätigung von Kunstgriffen, sondern die möglichst naturgemäße Auffassung des Naturverfahrens selbst war sein Ziel. Wie er an die Stelle bloßer Statik die neue Wissenschaft der Dynamik setzte, so vertauschte er auch die starren Formen der Überlieferung mit einer auf Bewegung beruhenden Expositionsmethode. Die dialogische Entwicklung, die er als äußere Form für seine Hauptschriften wählte, hat daher bei ihm eine innere Bedeutung. Sie ist das Gewand, in welchem er seine echt dialektisch gehaltenen Untersuchungen am ungezwungensten vorführen konnte⁴¹⁸.

Diese Beurteilung Galileis steht übrigens in einem merkwürdigen Kontrast zu den Schilderungen und Charakteristiken der neuen Physik, die Cassirer gern gibt. Aus Anlaß der Besprechung des Kepler freilich, nicht des Galilei, gibt Cassirer ein Zitat aus Petrus Ramus, dem er ein Unverständnis für den Geist wahrer Wissenschaft vorwirft, welcher Geist in Euklids Elementen und dann auch in der neuen Kepler-Galileischen Mechanik hervortrete.

Petrus Ramus nämlich hat gegen Euklid den Vorwurf erhoben, „daß er die wahre methodische Ordnung verleugne, indem er einen Inbegriff verschiedenartiger Definitionen an die Spitze stelle, statt für jedes Einzelgebiet und Einzelproblem erst dann, wenn es im Fortschritt der gedanklichen Entwicklung erreicht sei, den besonderen logischen Unterbau zu schaffen“. „Bringt doch die Natur, wenn sie den Wald erschaffen will, nicht erst die Wurzeln aller Bäume hervor und legt doch der Architekt beim Erbauen einer Stadt nicht erst den Grund zu sämtlichen Gebäuden.“ Diese Betrachtung und Beurteilung des Euklid von seiten des Petrus Ramus nennt Cassirer oberflächlich⁴¹⁹. Cassirer hat recht, und doch wird man auch das Recht, das auf seiten der Sentenz von Petrus Ramus und ebenso auf seiten der Tendenzen Machs und Dührings liegt, verstehen lernen müssen; diese Worte und dieses Recht wird man dann in Galilei verwirklicht finden.

Wir können den scheinbaren Widerspruch lösen, wenn wir das, was Cassirer an Strenge der methodischen Anforderungen im Auge hat, zur Materie des Gegenstandes schlagen, mit dem sich ein neuzeitlicher Forscher beschäftigt. Ein Galilei wird diese Anforderungen beachten, genau wie er

den eigentlichen Stoff der Tatsachen beachtet; aber er kann als seelisch lebendiger Geist nichtsdestoweniger mit der Gesamtheit des von ihm Beachteten elastisch spielen. Ein im Geiste der modernen Naturwissenschaft erzogener Mann kann sich in freier, ungezwungener Weise äußern, wie ihm die Gedanken kommen und gehen, die dann ganz von selbst, wenigstens wenn der Mann etwas bedeutet, an den Bedingungen seiner Wissenschaft haften werden, durch diese angezogen und festgehalten, ob er es weiß und will oder nicht. Dazu kommt, daß das rationale System dieser Bedingungen für Galilei weder feststand noch überall Erfolge geben wollte.

VI. DIE ERNEUERUNG DER ATOMISTIK

Atomistische Vorstellungen von der Materie liegen dem menschlichen Nachdenken, sobald es nur überhaupt zur wissenschaftlichen Betrachtung der Natur erwacht ist, sehr nahe, und es ist keine besondere Kunstleistung des Denkens dazu nötig, um auf sie zu verfallen, besonders nachdem sie schon einmal im früheren Altertum zum System erhoben worden waren. Durch die kirchlich-Aristotelische Tradition wurden jedoch die Gelehrten des Mittelalters daran gehindert, auf atomistische Vorstellungen sich einzulassen. Ehe wir nun im folgenden auf die ausführlich entwickelten Systeme einer modernen Atomistik zu sprechen kommen, als deren bedeutendster Inaugurator Gassendi genannt zu werden pflegt, ist es wohl der Mühe wert, einen Augenblick dem Kampfe unsere Aufmerksamkeit zu schenken, den die allzu menschlichen Tendenzen zur Atomistik und die Bedürfnisse des praktisch-physikalischen Denkens schon im späteren Mittelalter und in der Renaissance gegen die scholastische Tradition geführt haben. Wir werden z. B. das Problem ins Auge fassen: Wie stellte man sich in jenen Zeiten des erwachenden Erfahrungsgeistes zu den Tatsachen der Elementenmischung, d. h. zu den Tatsachen jener Körperbildung, die wir heute als chemische Verbindung bezeichnen? Wie stellte man sich dazu, da doch der Aristotelismus eine Atomisierung der Substanz nicht duldet? Alsdann werden wir uns einer anderen Vorfrage und Vorstufe des modernen Denkens zuwenden. Wir werden sehen, wie die Geister, denen eine physikalische Atomistik verboten war, sich mit dem Probleme einer mathematischen Zerlegbarkeit des Körpers in Punkte herumschlügen. Dabei werden wir sehen, daß mathematische Abstraktion und physikalische Hypothese in jenen Übergangszeiten nicht immer gehörig unterschieden werden können. Zum Teil mag dieser Übelstand in einer gewissen Unreife der Zeiten und Menschen seinen Grund gehabt haben, zum Teil aber ist auch er aus

den Grundanschauungen des Aristotelismus erklärbar. Alle jene Fragen, welche das kleinste räumliche Element betreffen, das man sich denken kann und das dann meist als nicht weiter teilbar definiert wird, sind auch noch heute interessant; ihre besondere historische Bedeutung aber haben sie dadurch, daß sie eben damals in eine Zeit fielen, in der die ersten vorbereitenden Ideen zur Infinitesimalrechnung rege wurden.

Nach diesen Vorspielen tritt dann um 1600 die konsequente Erneuerung der Demokritischen Atomistik in Europa auf.

Wir beginnen also mit dem Problem des chemischen Mischungscompositums zweier bekannter Elementarstoffe, wie es sich bereits der Scholastik stellte und sie in ihren strengen Aristotelischen Voraussetzungen erschütterte.

Die Lehre von den substantziellen Formen, welche nach Aristoteles bestimmt sind, die Dinge in ihrer Wesenheit zusammenzuhalten, mußte nämlich auf besondere Schwierigkeiten stoßen, sobald es sich darum handelte, den Vorgang einer chemischen Verbindung zweier Körper zu einem neuen dritten Körper zu erklären. Bleiben die substantziellen Formen der beiden ursprünglichen Körper dabei erhalten? — so lautet die dunkle Rätselfrage. Es würde uns heute vielleicht nahe liegen, wenn wir uns im scholastischen Denken versuchen sollten, die Erhaltung der Formen der ursprünglichen Körper anzunehmen und ihnen eine neue Oberform, im Wesen des synthetisch entstandenen Körpers, hinzuzugeben.

Im allgemeinen ließen Aristoteles und das Mittelalter eine solche Lösung nicht zu. Jedes Ding konnte letzthin nur seiner einzigen entscheidenden Form sein Sein verdanken. Da der Verbindung chemischer Bestandteile ein eigenes Formprinzip zukommt, so wurde also zumeist angenommen, daß die substantziellen Formen der Urbestandteile im Augenblick der Vereinigung untergehen müssen. So lehrte z. B. Thomas von Aquino; ebenso Wilhelm von Occam. Aber nun entstand die schwierige Frage, ob denn gar keine Eigenschaften der ursprünglichen Mischungsbestandteile in der Mischung oder Verbindung erhalten blieben, und wenn solche erhalten blieben, so entstand die Frage, wie bei der Preisgabe des formalen Seins des Mischungsbestandteils dieser Bestandteil noch irgendwelche Eigenschaften in die Ver-

bindung hinein retten könne. Denn die Eigenschaften hingen doch an einer Substanz, einem Sein. Um diese Frage zu beantworten, wurden die seltsamsten und subtilsten ontologischen Auskunftsmittel erdacht. Aristoteles hatte zugestanden, daß die Urbestandteile in den Verbindungen nicht untergehen, hatte es aber offengelassen, ob sie aktuell oder potenziell darin fortbestehen. Averroës nahm an, daß es einen Mittelzustand zwischen Aktualität und Potenzialität gebe; in solchem Mittelzustande, einem Zustande der Potenzialität zwar, der aber dem *actus* sehr nahe stehe (*potentia propinqua ad actum*), befänden sich die Substanzen der Urbestandteile in der Mischung⁴²⁰.

Es hat keinen Zweck, weitere Nuancen von Auffassungen dieser Art mitzuteilen. Es genügt hier, daß man sich an diesem für uns wichtigen, aber für die damalige Philosophie verhältnismäßig kleinen Sonderfall physikalisch-chemischen Geschehens klar mache, in welches Gewebe von Künstlichkeiten die damalige Wissenschaft ihren Kopf stecken mußte, um hartnäckig auf der Grundlage des Aristotelischen Substanzbegriffs zu verharren und sich die Selbständigkeit der Materie und jede atomistische Anwendung in der Theorie der Materie fernzuhalten.

Erst Duns Scotus ließ (in Anlehnung an den Araber Ibn Gebirol) die Möglichkeit zu, daß ein Ding mehreren Formprinzipien zugleich untergeordnet sein könne. Die höheren Formprinzipien (also etwa die des Kompositums) hielten die niederen (also etwa die der Elemente) unter sich umfaßt. Auf diesem Wege konnte schließlich sogar die Selbständigkeit der Materie zur Anerkennung gelangen. Es gab bei Duns daher denn auch eine *forma corporeitatis*. Freilich kostete es noch reichliche Anstrengung der ontologischen Abstraktion, um dabei die *materia primo prima*, die *materia secundo prima* und die *materia tertio prima* zu unterscheiden. Auch Roger Bacon (gest. 1294) gehörte zu denen, die, von scholastischen Vorstellungen ausgehend, bei einer größeren Verselbständigung der materiellen Substanz anlangten.

Wir treten nunmehr auf den Boden jener anderen Frage hinüber, die wir bereits ankündigten, wie es sich mit den mathematischen Punkten in einem Körper verhalte und ob ein Körper aus einzelnen mathematischen Punkten zusammengesetzt gedacht werden könne. Dieses Problem verknüpfte sich mit dem sogenannten Problem des Kontinu-

ums. Man erkannte die Natur des Raumes als die eines Kontinuums, und man fragte sich ganz abstrakt: kann ein solches Kontinuum aus Punkten bestehen?

Die wichtigste Autorität, Aristoteles, hatte zu diesen Fragen wiederum mit Hilfe seines berühmten Begriffspaares *actus* und *potentia* Stellung genommen. *Potentia* enthalte der Raum unendlich viele Punkte, *actu* jedoch nicht. Interessant ist, wie Galilei diese Aristotelische Auskunft auf eine elegante Weise aus dem Geiste des Aristotelismus selbst erledigte. Er meint, daß der Übergang von der *potentia* zum *actus* die Zahl der Teile nicht ändern könne⁴²¹.

Die Scholastiker machten sich mit diesem Problem jedoch sehr viel mehr Mühe. Die Mehrzahl nahm im Gegensatz zu Aristoteles an, daß es reelle indivisible Punkte im Raume gebe, bestritt aber die Möglichkeit, den Raum aus solchen indivisiblen Einheiten zusammensetzen zu können. Man nahm also das Element an, weigerte sich aber, das Kompositum aus Elementen dieser Art zu konstruieren. Es kostete natürlich einige Mühe, diese beiden Behauptungen, die positive und die negative, zu einer klaren und einheitlichen Theorie zu verbinden.

Eine analoge Frage wie die nach den Punkten ist die Frage, ob den Linien und Ebenen Realität zuzusprechen sei. Man konnte die verschiedensten Meinungen ausdenken. So nahm Fonseca⁴²² die Stellung ein, daß er zwar der Fläche, als Begrenzung des Körpers, eine physische und reale Existenz zuschrieb, der Linie und dem Punkte aber nur eine mathematische und ideelle Geltung lassen wollte. Die meisten aber behaupten auch die reale Existenz der Punkte. Unter den Punkten scheinen im ersten Augenblick die Eckpunkte oder Endpunkte der Linien und Körper eine bevorzugte Rolle zu spielen. Von ihnen unterschied man die kontinuierlichen Punkte. Aber man entschied sich dann meist für die Realität aller dieser Arten von Punkten. Denn man fand, daß es streng genommen gar keine Punkte gebe, die bloß „endende“ wären; alle Punkte seien vielmehr zugleich „fortsetzende“. Denn bei einem Eckpunkte habe man die Fortsetzung nach einer andern Richtung des Körpers in Betracht zu ziehen.

Daß nun nichtsdestoweniger, obwohl es reelle Punkte gibt, der Raum nicht aus Punkten zusammengesetzt werden darf, ließ sich auf mannigfache Art beweisen. Es würde, sagte

man, eine solche Annahme zu Widersinnigkeiten geführt haben. Eines solchen Beweises rühmt sich z. B. Roger Bacon, der ihn jedoch nur erneuert hat, da er schon im Altertum vorgetragen war. Er lautet so. Würde man ein Quadrat aus punktuellen Einheiten zusammensetzen können, so würden diese etwa so verteilt werden müssen, als ob das Quadrat in lauter sehr kleine Quadrate durch wagrechte und senkrechte Strichelung zerlegt wäre. Ein Blick auf dieses gefächerte Quadrat zeigt nun, daß die Punkte, die nunmehr einer Diagonale des Quadrats angehören, nicht zahlreicher als die Punkte der Seite desselben sind. Die Diagonale müßte also die gleiche Länge wie die Seite haben. Da dies offenbar nicht so ist, so müsse man die Idee der Zusammensetzung der Fläche aus Punkten fallen lassen.

Die ontologischen Begriffsmittel, durch die man sich zwischen der Lehre von der Realität der Punkte und der Lehre von der Nicht-Zusammensetzbarkeit der Punkte zum Kontinuum hindurchhalf, waren nun die folgenden. Der indivisible Punkt ist keine Größe, so sagte man, sondern er dient nur als Form (im scholastischen Sinne) zur Verbindung von Größen, zu einer solchen Verbindung nämlich, daß sie ein Kontinuum ausmachen. Das Indivisible (der Punkt) ist die Form; die quantitativen Teile der Ausdehnung aber sind die Materie. Das Kontinuum des Raumes entsteht aus Form und Materie zugleich⁴²³.

Summarisch und psychologisch dürfen wir uns jene seltsamen Lehren wohl so deuten, als wären jene Scholastiker und auch noch viele Renaissancephilosophen nicht fähig gewesen, zwischen rein geometrischen Problemen und physikalischen Raumproblemen gebührend zu unterscheiden. Sie strebten also, indem sie die Gesichtspunkte vermischten, einer mathematischen Atomistik der physischen Körper zu, ohne jedoch zum Ziele zu gelangen. Vielleicht stürzten sie sich gerade deshalb, ohne recht zu wissen, was sie dabei trieb, in diese schädliche Vermischung der Probleme, weil ihnen die physikalische Atomistik der Körper verboten war. Ich meine, sie suchten vielleicht eine Ersatzbefriedigung für ihren atomistischen Trieb in der Aufrollung des Problems einer mathematischen Atomistik der physischen Körper.

Denn, um es noch einmal zu sagen, die Idee einer Zusammensetzung der physischen Körper aus substanzialen Atomen war durch die Aristotelische Tradition unmög-

lich gemacht. Aber der Zug des menschlichen Denkens nach dieser Richtung bleibt doch immer ein starker. Und so dürfen wir es wohl als einen Tribut an diesen natürlichen Zug zur Atomistik ansehen, wenn die Scholastiker es wagten, dem Aristoteles wenigstens insoweit zu widersprechen, daß sie die Realitäten mathematischer Punkte in den Körpern behaupteten. Sehen wir es so an, so können wir es wohl verstehen, daß diese unausgedehnten, mathematischen Atome, die man in den Körpern duldet, nicht gezählt werden durften, um etwa durch ihre Anzahl den Begriff einer bestimmten Länge zu konstituieren. Meßbare Distanzen zwischen ihnen durfte es natürlich auch nicht geben. Wollte man sich diese Punkte irgendwie als zusammengehörig denken, so mußte man sich durch abstrakte Feinessen der Ontologie helfen.

Das Ganze aber sieht, wir wiederholen es, sehr nach einem überaus bescheidenen Versuch eines Einwandes oder Vorbehaltes gegen Aristoteles zugunsten der atomistischen Seinsauffassung aus. Die atomistischen Bedürfnisse der menschlichen Phantasie sind von Natur so groß, daß nur ein ungeheurer Schwung der Spekulation sie ehemals zu negieren vermochte. Aristoteles ist hier als Grieche ähnlich schwungvoll und kühn, wie es vordem Parmenides gewesen war. Die nüchterner veranlagten Rassen der nordeuropäischen Völker waren ebensowenig gewillt, auf irgendeine Art von Atomistik für immer zu verzichten, als sie sich hätten verleiten lassen mögen, wegen irgendeiner nicht gelösten Antinomie den Glauben an die Wirklichkeit der Bewegung nach Parmenidischer Art preiszugeben.

Die Probleme des Punktes, der Linie und der Fläche, des Diskretums und des Kontinuums, die wir eben darstellten, bilden eine gute Vorbereitung zum Verständnis der historischen Situation der hierher gehörigen Lehren des Giordano Bruno. Giordano Bruno wird als ein Vorbereiter oder als einer der ersten Verkündiger atomistischer Anschauungen in der beginnenden Neuzeit genannt. Wir werden die betreffenden Teile seiner Lehre daher hier darzustellen haben.

Merkwürdig ist auch an seiner Lehre — er stimmt darin mit den eben betrachteten Scholastikern überein —, daß Bruno die mathematische Betrachtung von der physischen gar nicht trennt. Er scheint hierbei, wie so viele andere auch, von der alten Tradition abhängig zu sein, daß das Räumliche nur als Attribut der Substanz oder Körperlichkeit

in Betracht komme. Bruno gestattet denn auch — was damit übereinstimmen würde — in seiner Naturphilosophie keinen leeren Raum, kein Vakuum. Man nennt seine Lehre die „Monaden“- oder „Minimum“-lehre. Als ein dichterisch-schwungvoller Genius, aber ein nicht sehr klarer und konsequenter Denker hat er gewissen theoretisch postulierbaren Möglichkeiten abstrakter Philosopheme, von denen wir jetzt sprechen werden, eine extravagante, sinnlich faßbare Gestalt gegeben, wie es etwa ein Dichter zu tun pflegt, wenn er zu philosophieren anfängt; seine Entwürfe sind aber zugleich voller offenkundiger Fehler und Inkonsequenzen. Merkwürdig und wertvoll können sie nur durch die Energie der Deutlichkeit sein, mit der gewisse geistige Tendenzen zu Worte kommen. So konstituiert denn Bruno beispielsweise die Körperwelt aus Atomen, die von kugelförmiger Gestalt sein sollen; die zwischen den Kugeln liegenden Räume dürfen aber nicht leer sein, werden also mit Äther ausgefüllt.

Darf es von dieser Äthermaterie eine mathematische Theorie geben? — fragt sich Laßwitz als Ausleger dieser Philosophie⁴²⁴. Laßwitz glaubt dies im Sinne Brunos verneinen zu müssen; denn auch das, was etwa als bloß mathematisch faßbar in Anspruch genommen werden könnte, müßte aus kleinen Kügelchen (Minima) bestehen. Wir aber fragen uns: Was ist also dieser Äther, der die Lücken zwischen den Kugelatomen der Brunoschen Körperwelt ausfüllt, anders als leerer Raum, und was soll man sich bei diesem Etwas, heiße es nun Äther oder Raum, überhaupt denken, wenn es der Möglichkeit der Geometrie selbst, die eben nur auf dem Gruppieren von Kügelchen beruht, widerstreitet?

Es ist zwecklos, hierüber zu grübeln. Wir wollen uns statt dessen nun die Brunosche Kügelchengeometrie etwas näher ansehen. Alle geometrischen Gestalten müssen, — wenn sie dreidimensional sind, aus solchen Kügelchen, — wenn sie ebene Gebilde sind, aus analogen kleinen Kreisen zusammengesetzt werden. Ein Dreieck z. B. erfordert mindestens drei Kreise zu seiner Darstellung. Will man ein etwas größeres Dreieck darstellen, so kann man dies nicht aus vier oder fünf Kreisen fertig bringen; man muß dann sechs nehmen. Das nächst größere Dreieck ließe sich aus zehn Kreisen aufbauen. Zur Herstellung von Quadraten braucht man entweder vier oder neun oder sechzehn Kreise. Der Kreis selbst kann aus einem einzigen Minimum bestehen; soll er größer

sein, so wird er von Bruno willkürlich dem regulären Sechseck gleich gedacht und soll daher aus sieben Minima aufgebaut werden können. Man kann alles dies sich mit Münzen auf der Tischplatte sehr leicht deutlich machen. Es handelt sich in der Tat um die einfachsten Arten, kleine Kreise unter möglichster Vermeidung von Unregelmäßigkeiten und übermäßigen Zwischenräumen zu polygonalen Figuren zusammenzusetzen.

Giordano Bruno schließt sogar, von diesen Grundanschauungen ausgehend, daß es keine Verwandlung von Dreiecken in Quadrate oder andere Polygone geben könne. Denn die Zahl der Elementarkreise, aus denen man ein Dreieck bilden kann, sei eine andere als die, aus der man ein Quadrat bilden kann. Hierbei läuft ihm ein arithmetischer Fehler mit unter; denn es gibt in den beiden Zahlenreihen 3, 6, 10, 15, 21, 28... (für Dreiecke) und 4, 9, 16, 25... (für Quadrate) durchaus auch solche Zahlen, die beiden Reihen angehören, z. B. die Zahl 36. Alle althergebrachten geometrisch konstruktiven Figurenverwandlungen (unter Erhaltung des gleichen Flächeninhalts) hält Bruno nur für rohe Anpassungen an sinnliche Bequemlichkeitsbedürfnisse; für das Denken und die Wirklichkeit sei dergleichen unmöglich.

Übrigens bedeuten diese seltsamen Versuche, die Geometrie auf eine Arithmetik der ganzen Zahlen zurückzuführen, eine Wiederholung gewisser geometrisch-arithmetischer Überlegungen, die schon von den alten Pythagoräern her überliefert waren.

Diese Seltsamkeiten hingen noch mit etwas anderem zusammen. Auf diesen weiteren Punkt der Brunoschen Gedanken müssen wir jetzt eingehen; es handelt sich um ein Problem, das am besten mit Hilfe von infinitesimalen Vorstellungen gelöst würde, was aber damals weder Bruno noch seinen Gegnern gelang. Bruno sträubte sich gegen einen gewissen spitzfindigen Einwand, mit dem die Aristoteliker jede atomistische Auffassung der Körperwelt bekämpften. Ein Atom (als indivisibler Punkt gedacht) zum andern hinzugefügt, sagten die Aristoteliker, könne keine Vergrößerung hervorbringen; denn diese beiden Punkte müßten zusammenfallen. Hier pflegte hinzugefügt zu werden: das müsse so sein, weil diese Minima „keine Teile“ haben (denn sie seien ja indivisibel). In jener Zeit, als die Infinitesimalrechnung noch nicht feststand, war es schwer, zwischen dem absoluten

Nichts eines mathematischen Punktes, dem unendlich Kleinen im Sinne des Infinitesimalkalküls und der letzten Einheit der Materialität konsequent zu unterscheiden. Immer wieder flossen den Denkern diese Begriffe durcheinander. Diese Unbeholfenheit jener Zeit gegenüber diesen Aufgaben differenzierter Begriffsbildung verschuldet natürlich viel der ganzen Mißlage jener alten Schulstreitigkeiten des ausgehenden Mittelalters, von denen wir jetzt sprechen. Die souveräne Freiheit des neuzeitlichen Geistes wird erst gewonnen, seitdem man einsieht, daß ein Elementarbegriff seine Legitimation durch die Zwecke der Synthese erhält, der er dient und in der er sich bewährt. Jene unbeholfenere ältere Zeit aber wähte, daß ein Elementarbegriff erst in sich logisch und metaphysisch geklärt sein müsse, ehe man weiterschreiten dürfe. Die Geschichte dieser Entwicklung zur größeren geistigen Freiheit haben wir eben hier zu verfolgen.

Bruno also war von dem Triebe beseelt, die Atomvorstellung gegen jene Aristoteliker zu verteidigen, die zwei indivisible Punkte zusammenfallen lassen wollten, indem er auf folgende, ganz glückliche Unterscheidung verfiel. Es ist nicht richtig, so sagte er, daß zwei Minima, nebeneinandergelegt, zusammenfallen müßten. Das Minimum hat freilich keine Teile (denn es ist nach der Voraussetzung seines Begriffs unteilbar), aber das hindert nicht, daß es Grenzen hat. Es ist also zwischen Teil und Grenze zu unterscheiden. Die Grenze entsteht erst durch die Berührung. Die Grenze des Körpers ist die Fläche, die Grenze der Fläche ist die Linie. Die Grenze ist also nicht ein Teil des Minimums, sondern etwas generell vom Teil Verschiedenes. Und so brauchen denn die neben einander gelegten Minima nicht zusammenzufallen, sondern können in ihrer Summierung ganz wohl eine Ausdehnung ergeben.

Vom eben zuvor dargelegten Standpunkt Brunos aus ist es natürlich inkonsequent, wenn er überhaupt von den Grenzen eines Minimums und wenn er von den flächenhaften Grenzen der Körper usw. spricht. Denn damit fällt er wieder aus seiner atomisierten Geometrie heraus und kehrt in die echte abstrakte Geometrie zurück.

Einige weitere leitende Ideen der Brunoschen Lehre haben einen ziemlich weiten und bedeutenden Horizont, lassen sich aber ebenfalls nicht ohne Bruch mit dem bisher Gesagten

vereinigen. Bruno spricht nämlich dann noch von Minima verschiedener Gattung. Er will Linienminima, Flächenminima und Körperminima unterscheiden. — Ja noch mehr, der Ausdruck „Minimum“ wird von Bruno auch für alle möglichen anderen Dinge gebraucht, und soll je nach der Art der Dinge einen relativen Charakter bekommen. Minimum bedeutet in diesem allgemeinen Sinne für Bruno so viel wie elementare Einheit überhaupt, und er denkt sich gern in solcher elementaren Einheit zugleich auch das Prinzip einer jeden Sache enthalten. So könne die ungeheure Kugel der Erde als als Minimum gegenüber den Welten, in denen die Fixsterne sie umgeben, angesehen werden. Für den Grammatiker sei der Buchstabe das einfachste Element, das keine weitere Teilung zulasse noch ihrer bedürfe; der gleiche Buchstabe aber sei für den Geometer ein Linienzug, also etwas Zusammengesetztes, das weiterer Zerlegung fähig ist. Es scheint Bruno in diesem Sinne sogar zulässig, für jedwede bestimmte Figur der praktischen Geometrie solche Minima zu wählen, und er vermutet fälschlich, daß Elementarfigürchen, welche einer Gesamtfigur geometrisch „ähnlich“ sind, die jeweilig geeignetsten Minima zu deren Zusammensetzung abgeben würden. Als absolute Minima aber seien die Kreisform in der Ebene und die Kugelform im Raume als die angemessensten anzunehmen⁴²⁵. Dabei bleibt es.

Diese Minimumtheorie wird nun noch durch eine metaphysische Überzeugung gestützt: es müsse irgendeinen bestimmten ersten Anfang für alle Zusammensetzung geben. In der Vorstellung sei ein Prozeß des Teilens bis ins Unendliche hin möglich, aber nicht in der Natur. Es sei zwar unbekannt, wie tief das Elementar-Einfache liege, und diese Unbekanntheit habe den Irrtum über unendliche Möglichkeiten der Teilung veranlaßt. Umsichtige Mathematiker sprächen aber lieber von einer Teilung *in indefinitum* als von einer Teilung *in infinitum*. Es müsse ein Erstes, Unveränderliches geben, etwas, was als Maß der Dinge dienen kann; darum existiert das Atom. Man sieht, Bruno hat zwischen Thesis und Antithesis des Kantischen Antinomienpaares über das Kleinste in der Natur entschlossen gewählt, und zwar umgekehrt, wie Nicolaus von Cusa gewählt hatte. Dieser metaphysische Grundgedanke ist sehr bemerkenswert und für Bruno charakteristisch. Neben ihm verdient der interessante Hinweis des Bruno von der Geschichtschreibung

aufbewahrt zu bleiben, den wir hervorgehoben haben, daß die Annahme von relativen Elementen überall im Dienste jeder geistigen Arbeitstechnik nötig sei.

Physikalisch fruchtbar konnte die Brunosche Atomistik nicht werden.

Zu den Schwierigkeiten, welche das Aufkommen atomistischer Grundansichten damals erschwerten, gehörten außer dem Widerstande des Aristotelismus mit seinem Form-Substanz-Begriff und außer den Rätseln des indivisiblen Punktes auch das Problem, ob ein leerer Raum möglich oder auch nur denkbar sei. Wir haben über dies Problem bereits aus Anlaß der Baconschen Philosophie gesprochen; wir werden ihm jetzt sogleich noch einige besondere Worte widmen, ehe wir dann den schließlichen Sieg der Atomistik darzustellen haben werden. Dieser Sieg ward nicht von einem Einzelnen erfochten; Hunderte bis Tausende, über alle Orte Europas verteilt, neigten den atomistischen Ansichten um die Zeit von 1500 bis 1600 und weiter zu; Unterschiede bestanden freilich darin, wie sie dieselben ausgestalteten bzw. sie zu verteidigen wußten, oder in welcher Form und Verhüllung man es überhaupt wagen durfte, sie zu bekennen.

Daß für die Möglichkeit einer Atomistik die Hypothese von der Existenz eines leeren Raumes eine große Bedeutung hat, weiß man bereits aus den vorsokratischen Spekulationen des Altertums. Aristoteles schob gerade an diesem Punkte für die nächsten eineinhalb Jahrtausende noch einen besonderen Riegel vor. Er liebte die Atomistik nicht, letztlich aus dem berechtigten tieferen spekulativen Bestreben, anderen höheren Anschauungen für die Auffassung der größeren Zusammenhänge des Seins Eingang zu verschaffen. Das Gerüst seiner metaphysischen Vorstellungen erwies sich nun auch in folgender, besonderer Weise als brauchbar, um der Atomistik den Boden zu entziehen. Die Kategorie der Substanz steht bei ihm vor der Kategorie der Qualität und diese ebenso vor der Kategorie der Quantität. Daraus scheint nun zu folgen, daß Räumlichkeit nur als eine nähere Bestimmung der Substanzen in Betracht kommt. Ein Raum ohne Körper scheint ebensowenig als eine Qualität ohne Träger existieren zu können. Hieraus folgt dann, wie von selbst, daß es kein Vakuum geben kann. Daraus folgt dann weiter, daß es keine Atome, wenigstens keine Demokritischen, geben kann. Es gibt freilich auch Versuche, zu einer Atomistik

ohne leeren Raum zu gelangen; über diese wird alsbald noch einiges zu sagen sein.

Das Problem des leeren Raumes stellte man sich, wie früher bereits von uns erwähnt worden ist, in dreifacher Hinsicht: Erstens, gibt es einen außerweltlichen leeren Raum? Zweitens, gibt es einen innerweltlichen leeren Raum, also ein eigentliches Vakuum, wie es später in der Spitze der Röhre eines Barometers sich zu zeigen schien? Drittens, gibt es Poren in der Materie, welche etwa die Vorgänge der Verdichtung und Verdünnung verständlich machen würden?

Die erste Frage beantwortet man nach Aristoteles so. Wo die Materie aufhört, hört auch die Welt auf, und ehe die Welt geschaffen war, war auch kein Raum da. Nebenher ergab sich, daß wenn, wie angenommen ward, die Welt kugelförmig ist, es nur eine einzige Welt und keine Vielheit von Welten geben kann. Denn sonst, so sagte man, würden leere Räume zwischen diesen Welten bestehen.

Was die zweite Frage betrifft, so sollten die Erscheinungen des Saugens und Pumpens den *horror vacui*, und damit die Nichtexistenz des innerweltlichen leeren Raumes, aus der Erfahrung erweisen. Man versucht, eine ebene Platte vom Wasser abzuheben und weist auf den Widerstand, der überwunden werden muß, hin. Der *horror vacui* ist es, der diesen Widerstand hervorbringt. Allgemeiner noch sagt man: Wie das Wasser im Tropfen, sich selbst überlassen, Kugelform annimmt, so streben alle Dinge nach Vereinigung und suchen sich möglichst zu konzentrieren. Hierdurch werde das Vakuum in der Natur vermieden. Bewegungen, welche in diesem Sinne (zur Konzentration und zur Vermeidung des Vakuums) nötig werden, seien sie auch durch gewaltsame Eingriffe heraufgefordert, sollte man ihrerseits nicht zu den gewaltsamen, sondern mit besserem Rechte zu den natürlichen Bewegungen rechnen. So postulieren die alten Gelehrten⁴²⁶.

Was die materielle Zusammensetzung fester (oder auch flüssiger) Körper ohne leeren Raum, also ohne Poren, die nicht wieder durch anderweitige Substantome ausgefüllt würden, betrifft, so entstehen hier einige ganz interessante stereometrische Probleme. Schon durch Platon war die Frage aufgekommen, wie beschaffen die Polyeder sein müßten, aus denen man die Materie zusammensetzen könnte, ohne daß leerer Raum übrig bliebe. Erst Maurolycus (1494—1575) hat diese Frage geklärt⁴²⁷.

Inzwischen waren jedoch diese Fragen bereits in den Hintergrund getreten. Es verstand sich bald von selbst, daß man für die dringendsten Bedürfnisse des Studiums der Erscheinungen Atome anzunehmen hatte; die dahinter liegenden letzten Raumfragen ließ man mehr oder weniger auf sich beruhen. Man verfuhr hierin also genau nach dem Rate des Bacon von Verulam. Die Idee eines *horror vacui* kam mit der Entwicklung der Dynamik ganz von selbst in Fortfall. Wer als physikalischer Forscher nicht zur inneren Ruhe gelangen konnte, ehe er nicht ein vollkommen konsequentes System über den Gesamtzustand der Materie und des Raumes besaß, wird sich wohl — mit Gassendi — für absolut leere Räume entschieden haben. Andere waren darin lässiger und überließen es mit Recht der späteren Forschung und deren Bedürfnissen, welche Arten von Äther sich etwa zwischen die Fugen der ponderablen Materie drängen mochten und wie dicht dabei der Anschluß in der Berührung gehalten werden mußte. Diejenigen freilich, die, wie Descartes, im Interesse einer bestimmten dogmatischen Metaphysik Raum und körperliche Materie a priori gleichzusetzen entschlossen waren, mußten den Äther oder die flüssige Materie, die sich überall schmiegsam hineinzudrängen hatte, nicht bloß als Möglichkeit in Betracht ziehen, sondern deren Dasein dogmatisch fest behaupten. Aber wie wenig bedeuteten in der nächsten Folgezeit noch solche spekulative Fragen, die für die Fortschritte der Physik vollkommen gleichgültig blieben, nachdem diese ihren wahren Weg gefunden hatte!

Über die etwas schwankende Stellung, die Francis Bacon in allen diesen Fragen des Atomismus der Materie einnahm, ist bereits in früherem Zusammenhange von uns gesprochen worden.

Etwa gleichzeitig mit Francis Bacon lebte in Deutschland Daniel Sennert (1572—1637), ein Mediziner, der als erster das Studium der Chemie in den akademischen Bildungsgang der Mediziner einführte. Dieser Sennert hat für die verständige Ausbildung atomistischer Vorstellungen viel getan, so daß wir bei ihm eine erste brauchbare Kristallisation der neuen Anschauungen feststellen können. Er war in seinen Ansichten von Bacon nicht sehr weit entfernt; denn auch er hielt an der Aristotelischen Formenlehre in einer gewissen Weise fest, jedoch so, daß die atomistischen Anschauungen nicht darunter leiden durften. Da Sennert von reicher prak-

tischer Sachkenntnis ausging, so gelangte er auch zu einer klaren und brauchbaren Unterscheidung von Atom und Molekül. Er hielt dafür, daß es vier Arten von Atomen geben dürfte: *atomi igneae, aëreae, aquae, terreae*. Die Bestandteile aber, die wir bei der Zerlegung chemischer Verbindungen erhalten, seien nicht von dieser atomischen Elementarnatur, also müssen sie aus Korpuskeln bestehen, die ihrerseits bereits Atomkomposita sind. Über das Problem des leeren Raumes spricht sich Sennert nicht aus; wahrscheinlich hat er sich Atom dicht an Atom gelagert gedacht, so daß die Materie den Raum kontinuierlich erfüllte.

Wichtig ist aber, daß die Elementarteilchen der Substanz während aller chemischen Vorgänge unwandelbar erhalten bleiben sollen. Eine Umwandlung der Elemente ineinander (gemäß dem Ideale der Alchemie) gibt es daher nicht mehr. Für alles sich entwickelnde Geschehen an diesen Atomen ist ihm der Begriff der Form im Aristotelischen Sinne maßgebend. Die chemische Vereinigung soll nicht durch die grobmechanische Bewegung der Elemente hervorgerufen werden, sondern durch den Einfluß der Formprinzipien. Je nachdem es in der Natur der „Formen“ liegt (wobei man nicht an die bloße Raumfigur der Atome zu denken hat), ziehen sich die Elemente an. Die „Form“ besitze nämlich an sich weder Größe noch Teilbarkeit; sie ist ihrem Wesen nach dieselbe im kleinsten Atom wie in der größten Masse derselben. Man sieht, der altehrwürdige metaphysische Begriff der Form verwandelt sich hier fast in den Begriff der Eigenschaft. Gott habe die Formen so eingerichtet, daß sie die Elemente passend in den Verbindungen ordnen. — Für den Zustand der Kenntnisse und Anschauungen jener Zeiten ist dies alles nicht unverständlich; der Ausdruck Eklektizismus, den Laßwitz auf Sennert anwendet, scheint mir etwas zu hart für solche von Sachkenntnis getragene relative Verständigkeit⁴²³.

In Sennerts naturwissenschaftlichem Hauptwerk von 1618 findet sich noch keine deutliche Vertretung der Korpuskulartheorie; wir finden dieselbe erst in einer Sennertschen Schrift von 1619. Sennert entschied sich auch für eine atomistische Erklärung der Verwandlung des Wassers in Dampf und analog aller sonstigen Änderungen der Aggregatzustände. Dies war ein wichtiger Gewinn; diese Auffassung war neu und hatte eine Ansicht des Aristoteles gegen sich.

Erst seit Gorlaeus (1620), Basso (1621), d'Espagnet (1623) und Sennert (etwas später) werden Verdampfung und Kondensation durch das Auseinandertreten und die Annäherung der unverändert bleibenden gleichen Korpuskeln der betreffenden Flüssigkeit erklärt.

Bei den ferneren nun zu betrachtenden Anschauungen über die Natur der Materie (bei Galilei, Descartes und Gassendi) spielt jene Überzeugung zugunsten rein mechanischer Deutungen die Hauptrolle, die sich an die Unterscheidung der sogenannten primären und sekundären Qualitäten knüpft. Bereits das Altertum (Protagoras und Demokrit) hatte diesen Unterschied erfaßt, so klar, wie er sich eben erfassen läßt; denn ein letzter Rest von Problematik bleibt dabei ungelöst. Galilei erfaßte ebendenselben Unterschied und erkenntnistheoretischen Gegensatz von neuem und drückte ihn mit großer Entschiedenheit aus; die Ausdrücke „primäre“ und „sekundäre Qualitäten“ stammen vermutlich erst von Boyle.

Galileis Ansichten über die Subjektivität der Sinnesqualitäten haben bereits im vorhergehenden Kapitel dieses Buches ihre Darstellung gefunden. Hinsichtlich der Ausgestaltung der atomistischen Anschauungen, die sich bei Galilei daran knüpfte, ist folgendes nachzutragen. Das Schmelzen der Körper ist nach Galilei auf die Wirkung der Feuerteilchen, auf deren Bewegungszuständen die Wärme beruht, in folgender Weise zurückzuführen. Sobald es den Feuerteilchen gelingt, in die feinsten Poren eines festen Körpers von außen her einzudringen, infolge einer künstlichen Erhitzung dieses Körpers, so werden die Vakua, die zuvor bestanden, ausgefüllt. Diese Vakua hatten aber bis dahin die Wirkung gehabt, den festen Körper in einen gespannten Zustand des Zusammenhaltens zu versetzen; denn infolge des *horror vacui* waren die materiellen Teilchen über jene Poren hinweg auf einander angewiesen und strebten mit aller Kraft einander zu. Jetzt, nachdem die Vakua durch Feuerteilchen ausgefüllt sind, löst sich dieser Spannungszustand des festen Körpers; der Körper wird flüssig; er schmilzt.

Es gibt übrigens noch eine andere Theorie der Aggregatzustände bei Galilei, die wir hier zu erwähnen haben. Sie ist sehr interessant, weil sie eine gewaltige Freiheit seines Denkens in der Verwertung der neuen infinitesimalen mathematischen Ahnungen und Einsichten für physikalische Probleme an den Tag legt.

Er nimmt an, daß der Übergang vom festen zum flüssigen Aggregatzustande sich durch fortgesetzte Teilung der Partikeln der Materie vollziehe. Nun durfte es aber nicht ein beliebiger zufälliger Grad der Verkleinerung sein, der den Eintritt des Zustandes der Flüssigkeit mit sich bringt, denn ein endlich bestimmter Zerkleinerungszustand hätte für Galileis auf das Problem der Kontinuität oder Diskontinuität der Übergänge und Unterschiede gerichtete Phantasie nicht ohne weiteres einen hinreichenden Grund in sich enthalten können, aus dem die handgreiflichen qualitativen Unterschiede zwischen dem Festen und dem Flüssigen erklärt werden könnten. Galilei entschloß sich also anzunehmen, daß der flüssige Zustand aus einer Verfeinerung der Materie ins Unendliche entstehe. Man sei im Augenblick des Flüssigwerdens der Materie bei den wirklichen Indivisibilien, nämlich bei unendlich kleinen Einheiten angelangt. Galilei bemüht sich eigens darum, zu zeigen, daß der Gegensatz zwischen Endlichem und Unendlichem fähig sei, qualitative Unterschiede mit sich zu bringen. Man sehe dies bei gewissen geometrischen Figuren und Gesetzen, etwa beispielsweise, wenn man einen Kreis — er nennt als Beispiel den Apollonischen Kreis beim Dreieck — in eine Gerade übergehen lasse. Man sieht, daß es ihm auf die Möglichkeit eines Sprunges in der Natur der Erscheinungen ankam.

Aber auch physikalische Tatsachen unterstützen ihn in dieser Anschauung über die Natur des Flüssigen. Das Wasser sei durchsichtig; das lasse darauf schließen, daß es dem Durchdringen irgendwelcher Bewegungszustände gar keinen Widerstand entgegenseze; solches aber wäre erklärbar, wenn die kleinsten Teilchen jede materielle Ausdehnung verloren hätten. Auch der Umstand, daß sich getrübt Wasser bei längerem Stehen von selbst klärt, legt ihm den gleichen Schluß nahe. Denn weil die Teilchen des Wassers unendlich klein seien, so setzen sie dem Sinken des Staubes keinen ernstesten Widerstand entgegen. Doch dies alles sind Erwägungen, die nicht den Ernst und die Tiefe seiner wesentlichen Einsichten in den Dingen der Mechanik haben oder beanspruchen.

Bemerkenswert sind aber nichtsdestoweniger die Vorstellungen aus dem Schatze infinitesimaler Methoden und Begriffe, die Galilei bei dieser Gelegenheit noch weiter zur Anwendung bringt. Das geschieht in folgender Weise. Selbst-

verständlich bedarf es unendlich vieler Raumpunkte, damit aus den unendlich kleinen Indivisibilien das endliche geometrisch-physikalische Gebilde entstehen kann. Jeder moderne Leser weiß nun, daß diese Erwägung ihren vollen Sinn eigentlich nur dann erhält, wenn die unendlich kleinen Einheiten nicht als absolute Nullen, sondern als verschwindende Größen, als einem Grenzwert zustrebende Größen, aufgefaßt werden. Dies ist der lebendige Sinn der Idee des Infinitesimalen, in welcher Idee eigentlich keine Naturphilosophie, sondern nur eine brauchbare Methode des mathematischen Denkens gewonnen und festgelegt ist. Dieses scharfe Bewußtsein besaß aber Galilei noch nicht, wenigstens besaß er es nicht gleichmäßig zu jeder Zeit. Daher kann und muß er sich jetzt, da er die endliche Strecke aus unendlich vielen absoluten Punkten zusammensetzen will, fragen, wie lang denn nun wohl eine Strecke von unendlich vielen solchen Punkten werden würde. Er glaubt zu bemerken, daß sich Strecken von verschiedener endlicher Länge aus der gleichen unendlichen Anzahl der gleichen absoluten Punkte zusammensetzen ließen. Eben hieraus macht er nun bewußtermaßen ein naturphilosophisches Prinzip und eine naturphilosophische Theorie. Er erklärt jetzt die endliche Materie, sofern sie aus Indivisibilien bestehend gedacht werden darf, als dehnbar und kontraktile, ohne daß sie dabei nötig hätte, ihre Kontinuität zu verlieren, und diese merkwürdig freie Ansicht von der Substanz glaubt er auf rein mathematische Spekulationen begründen zu können. Er sucht am „Rade des Aristoteles“ zu zeigen, daß die Substanz einer Linie ohne Quantitätsverlust an Punkten und ohne Zerreißung ihrer Kontinuität gedehnt werden könne. In der unter dem Namen des Aristoteles gehenden „Mechanik“ wird nämlich gezeigt, daß man ein Rad auf einer geradlinigen Bahn abrollen lassen kann und dann den Umfang seiner Peripherie auf der Rollstrecke geradlinig „abgewälzt“ wiedererhält. Was geschieht aber, so wird dort weiter gefragt, unterdessen mit irgendeinem innerhalb der Fläche des Rades gelegenen konzentrischen Kreise in gleicher Hinsicht? Auch dieser konzentrische Radkreis müßte dabei irgendwie abgewälzt sein, so meint man, und die Länge dieser Abwälzung würde bei dem gedachten einheitlichen Vorgang ebensolang ausfallen als die des äußersten Umfangskreises des Rades. Das ist ein Paradoxon, und als

solches war es aus dem Altertum überliefert worden. Galilei glaubt irrigerweise über dies Paradoxon hinauszugelangen, indem er alles einräumt, was das Paradoxon an Unglaublichem behauptet. Er setzt an die Stelle der gedachten Kreise zunächst reguläre Polygone, und zwar zunächst ein Sechseck, das nun, anstatt zu rollen, fortgesetzt umgekantet und so vorwärtsbewegt wird. Alsdann läßt Galilei einen Prozeß der Vermehrung der Polygonecken eintreten, bis das Polygon mit unendlicher Eckenzahl zum Kreise wird. Während nun bei der Umkantung der Polygone noch recht störende Lücken in der Abwälzung der inneren, ähnlichen, konzentrischen Polygone eintreten, scheinen diese Lücken zu verschwinden, je näher man der Umwandlung des Polygons zum Kreise kommt⁴²⁹. Auf den Nachweis des Irrtums, den Galilei in der hier angedeuteten Schlußweise begangen hat, können wir hier nicht eingehen. In der geschichtlichen Darstellung des Spieles der großen Geister mit dem Problem der Materie verdient aber dieser Versuch Galileis aufbewahrt zu werden. Es wird hier eine Zusammenziehbarkeit und Dehnbarkeit der absolut flüssigen Materie behauptet, die für die feste nicht zu bestehen braucht. Und diese Behauptung wird auf mathematische Spekulationen gestützt⁴³⁰.

Es ist nun nötig, um der Vollständigkeit der hier darzustellenden Zusammenhänge wegen, daß wir uns kurz den Descartesschen Ansichten zuwenden, soweit sie hierher gehören. Wegen seiner allgemeinen philosophischen Ansichten sei auf Band 16/17 dieser Sammlung verwiesen. Descartes fand, unabhängig von Galilei, viele Prinzipien, die auch jener gefunden hatte, und er baute sich sein System der Natur auf eine eigene und bedeutende Weise aus; zieht man aber einen summarischen Vergleich zwischen beiden Männern, so bleibt Descartes' Leistung ohne allen Zweifel hinter der Galileis zurück. Von Descartes' Bedeutung in der sonstigen Philosophie ist hier nicht zu sprechen; in der Mathematik hat er durch die Schöpfung der analytischen Geometrie einen unvergänglichen Platz; aber in der Entwicklung der modernen Naturwissenschaften könnte man ihn allenfalls auch entbehren. Natürlich war er kraft seines allgemeinen Ansehens und der inneren Bedeutung seiner Schriften ein ungemein einflußreicher Propagandist der modernen Methoden, aber diese Methoden waren auch ohne ihn und gleichzeitig mit ihm schon entstanden und vor-

handen, und es ist gar nicht zu verkennen, daß sie in der wissenschaftlichen Arbeit Galileis eine unendlich viel feinere und gediegenere Zuspitzung erfahren hatten als in der Weise, in der Descartes die neue Wissenschaft zu begründen gedachte.

Galilei hatte durch die Analyse der Fallgesetze die Wissenschaft der Mechanik, speziell der Dynamik, begründet. Damit war der Gesetzesbegriff für alles Geschehen in der Natur in vorbildlicher Weise ausgeprägt worden; die Galileische Art des Herantretens an die Probleme der Natur ist von damals bis heute die entscheidende Methode der modernen Naturwissenschaft geblieben. Hier nun gerade verfehlt es Descartes; er erkennt die Fallgesetze Galileis nicht an, er hält es für einen Unsinn, von einer Bewegung im leeren Raume zu sprechen, weil es keinen leeren Raum gebe; hierin liegt, daß das Streben nach jener abstrakten mathematischen Idealität von Urtypen des Naturgeschehens, die Galilei im Auge hatte, bei Descartes geschwächt wird. Die verringerte Energie nach dieser Seite hin wird noch weiter dadurch verringert, daß er das Prinzip der Superposition der Kraftwirkungen nicht im Galileischen Sinne anerkennt.

Statt alles dessen beherrscht ihn die allgemeine Anschauung, daß alles Physikalische auf Substanzbewegungen und Substanzumlagerungen im Raume zurückgeführt werden und in mechanischer Weise dargestellt werden müsse. Dieses allgemeine Postulat suchte er in großartigen Entwürfen durchzuführen, indem er bestimmte Annahmen über die atomistische Struktur der Materie und über die Wirbelbewegungen der Atome machte. Er hatte Kepler gelesen und baute sich nun in der Phantasie eine atomistisch-mechanistische Konstruktion zurecht, welche die Keplerschen planetarischen Bewegungen zu unterbauen und zu erklären bestimmt war. Aber das eigentlich Mathematische, das in den Keplerschen und später in den Newtonschen Leistungen als so überaus wesentlich hervortritt, tritt bei Descartes in dieser Sache auf merkwürdige Weise zurück. Auch die Verhaltensweisen der Körper in den verschiedenen Aggregatzuständen wußte er auf seine Art mechanisch zu erklären; was es sonst noch an physikalischen Problemen gab, an die jene Zeit überhaupt sich wagen konnte, alles, sogar den Unterschied der Farben, suchte er auf seine Art zu deuten und zu erklären, und so lieferte er eine sehr imposante

Synthese von plausibeln Meinungen über die Natur auf der Grundlage einer bloßen Anerkennung der primären Qualitäten, eine Synthese, die fast gar keine hoffnungslosen Rätsel mehr zurückzulassen schien. Auch hat er in mancher Spezialfrage eine schärfere und treffendere Entscheidung gefunden als andere. Für unser heutiges vergleichendes, historisches Urteil bleibt aber bei alledem eben das charakteristisch, daß das Hypothesen-Erdenken der beherrschende Zug seines Forschergeistes ist; das Streben nach empirischen oder gar experimentellen Beweisen für diese Hypothesen tritt zurück, außer daß natürlich seine Phantasie alle ihm bekannten Materialien der Natur bei dem Entwurf der Hypothesen vergleichend und kombinierend verwertet. Eben dieser Charakterzug der Descartesschen Naturphilosophie ist es, dem Newton später das Wort entgegensetzte: *Hypotheses non fingo*.

Natürlich ist es nicht so, daß Descartes das spezielle exakte Naturstudium nicht gekannt hätte; er hat auf diesem Gebiet der Spezialforschungen seine eigenen Verdienste, wie beispielsweise in der Erforschung des Gesetzes der Lichtbrechung. Aber derartige Leistungen treten im Gesamtbilde seines Lebenswerkes vor der spekulativen Phantasiearbeit zurück.

Daß das Physisch-Körperliche zuletzt geometrisch und also mathematisch gefaßt werden mußte, stand ihm fest, und es gelang ihm auch die hypothetische Durchführung dieses Postulats in einigen besonderen Fällen. Wir gedenken neben der soeben erwähnten Aufstellung des Brechungsgesetzes der Lehre, daß es ein sich erhaltendes Quantum der Bewegung in der Welt geben müsse. Aber sein vielleicht etwas eigensinniger Gegensatz gegen Galilei bewirkte, daß er die Hauptlinie des Erfolgs in der Mathematisierbarkeit der Natur verfehlte. Er hatte zwar oft ein richtiges Gefühl für das mechanische Verhalten der bewegten Materie, aus dem er alles erklären wollte, und nicht selten besaß er auch klare und erweisbare Prinzipien für die Erfassung der richtigen mechanischen Kausalrelationen; aber er besaß doch kein klares und festes System der Mechanik, welches eben Galilei schuf; denn es fehlte ihm gerade am entscheidenden Punkte der richtige Griff: die Erfassung der Phoronomie des einzelnen materiellen Punktes. Erst in dieser zentralen Erfassung wird die Mathematik für die Mechanik so recht

eigentlich fruchtbar und zur beherrschenden Seele der neuen Naturwissenschaft.

Wie kam es nun, daß Descartes sich so ablehnend gegen Galileis Entdeckungen verhielt? Wir haben hier die schon oben ausführlich behandelte Streitfrage über den Kraftbegriff ins Auge zu fassen. Es ist dies eine Frage, die auf dogmatische Vorurteile — oder, wenn man will, auf die Frage nach den gesunden apriorischen Prinzipien der Forschung — hinausläuft. Darf die moderne Naturwissenschaft mit dem Kraftbegriff arbeiten? Hinter Galileis Lehren scheint, wie wir gesehen haben, eine Anschauung von dem Dasein von Kräften zu stehen, aber Galilei hielt sich diese Seite der Dinge fern; er behauptete gern, daß seine Arbeit nichts als eine phoronomische Analyse der unmittelbarsten Erscheinungstatsachen sei. Er sah voraus, daß er andernfalls einer Wiedereinführung der verborgenen Qualitäten der Scholastiker geziehen würde. Die gleiche Befürchtung und die gleiche Abneigung gegen den Kraftbegriff waren es, die Descartes' Widerstand gegen Galilei entfachten. Offenbar glaubte er den Spuk eines Kraftbegriffes in den Galileischen Darstellungen entschiedener zu bemerken, als ihn die modernen Interpreten dort finden wollen. Mit dieser allzu großen Ängstlichkeit setzte er sich ins Unrecht.

Ob auch Eitelkeit und Eifersucht bei Descartes gegen Galilei im Spiele waren, sei es auch nur unterhalb der Schwelle seines Bewußtseins, kann man nicht wissen. Auffällig ist, daß Descartes sich mit Unfreundlichkeit über die Bücher Galileis geäußert hat, und daß Descartes selbst für sich in Anspruch nimmt, daß er die Fundamente für die neue Wissenschaft errichten wolle⁴²¹.

Der etwas starre Apriorismus der Descartesschen Grundanschauungen hinderte ihn auch in einem anderen Falle daran, zur richtigen Einsicht zu gelangen. Er hielt die Natur für einfacher, als sie ist. Vielleicht ist sie einfach, aber sie ist es nicht in so direkter Weise, wie Descartes es erwartete. Der Begriff der Energie erfordert zu seiner Bildung den Begriff der Masse und den des Quadrats einer Geschwindigkeit. Weder der Begriff der Masse noch das ganze Produkt, das hier gebildet werden muß, waren für Descartes' apriorische Naturanschauung einfach genug. Descartes suchte das Wesen der Körper von Anfang an nur auf Raumbegriffe zu stützen. Es fehlte ihm also der Sinn dafür, einen

Massenbegriff als Grundelement der Naturzusammenhänge zu erfinden oder anzuerkennen. Mir scheint es, als habe Laßwitz, dem ich diesen Hinweis entnehme, hier eine sehr glückliche Hypothese zur Psychologie des Descartesschen Denkens und Schaffens beigebracht; wir begreifen, warum er die richtige Lösung des Energieproblems verfehlte⁴³².

Descartes war zweifellos feinerer mathematischer Analysen auch bei phoronomischen Problemen fähig. Er scheint die mathematische Natur einer gleichförmig beschleunigten Bewegung selbständig erforscht zu haben, ehe er die Galileische Lösung kennen lernte. Im Jahre 1620 soll er gesprächsweise von der Aufgabe gehört haben: In welcher Zeit wird eine bestimmte Strecke AB unter den Bedingungen einer gleichmäßig wirksamen Anziehungskraft durchlaufen? Die Lösung dieser Aufgabe teilte er 1632 in seinem Briefe an Mersenne mit. Die Galileischen Discorsi erschienen erst 1638. Auch das Gesetz der geradlinigen Beharrung in der Bewegung hat Descartes, angeleitet vielleicht durch Keplers Schriften, klar erfaßt (wie es aus einem Briefe Descartes' an Mersenne von 1629 hervorgeht), klarer sogar, als Galilei es selbst vielleicht erfaßt hat.

Descartes' Stoßgesetze waren falsch und ebenso seine Fallgesetze, nachdem er die erste wohlgelungene Berechnung der Natur einer gleichförmig beschleunigten Bewegung nicht mehr für brauchbar befunden hatte. Eine konstante Kraft in der Natur könne es nicht geben, sagte er jetzt, sie liege denn in den bewegten Körpern selbst⁴³³. Bei der Aufnahme einer Kraft verhielten sich die Körper verschieden, je nachdem sie heftig oder mäßig bewegt sind. Dies ist bekanntlich nicht richtig⁴³⁴.

Wir gehen nun zur Betrachtung der Descartesschen Lehre von der Materie über.

Der gesamte Stoff der Welt habe, so meint er, anfänglich aus ziemlich gleich großen, jedoch unregelmäßig geformten Partikeln bestanden. Jede dieser Partikeln rotiert um sich selbst und befindet sich außerdem im wirbelnden Umschwung um irgendein Zentrum. Solcher Zentren gebe es so viele, als es Gestirne gibt. Die rotierenden und wirbelnden Partikeln stoßen sich gegenseitig die Ecken ab. Andererseits ergeben sich Zusammenballungen. Hieraus folgt dann, daß es drei Arten von Materie gibt. Erstens gibt es das Feuer-element; es sind dies die abgesplitterten Ecken der Partikeln.

Zweitens gibt es ein Luftelement; dieses besteht aus den freien, wohl abgerundeten Kügelchen von ungefähr gleicher Größe, die die Kerne der besten ursprünglichen Partikeln wären. Drittens gibt es ein Erdelement, welches aus Zusammenballungen größerer und ungleicher Teilchen, die keine sehr lebhaftige Bewegung hatten, entstanden ist. Wie nun diese Descartesschen Urelemente in der Welt verteilt sind und in welchen Kompositionen sie die uns bekannten Stoffe erstellen, darüber lohnt es hier nicht des Näheren zu sprechen.

Wichtiger ist die Descartessche Herleitung der Planetenbewegung aus den Wirbeln der Atomenwelt. Er denkt sich das folgendermaßen. Das zweite Descartessche Element, das Luftelement also (heute würden wir sagen: der Äther), wirbelt um die Sonne und füllt dabei den ganzen Raum des Planetensystems gleichmäßig aus. Die Planeten, aus dem dritten Element gebildet, schwimmen in dem wirbelnden Sonnensystem-Äther. Sie werden von demselben einfach mitgenommen. Allein Descartes verkennt nicht, worauf Kepler ihn schon hingeleitet haben mag, daß eine zentripetale Bewegungstendenz zur Sonne hin vorliegt, welche noch erklärt werden muß. Er kennt das Gesetz der Beharrung der Bewegung in der geraden Linie und er kennt auch die Tatsache der daraus abzuleitenden Zentrifugalkraft. Läßt man ein oben und unten abgeschlossenes Becken mit Wasser rotieren, in welchem sich schwimmende feste Körper so eingeschlossen befinden, daß sie ganz innerhalb der Flüssigkeit bleiben müssen, so werden sie, wenn sie spezifisch schwerer sind als diese, während der Rotation nach dem Rande des Beckens hingetrieben. Sind sie aber spezifisch leichter als das Wasser und doch ganz in dasselbe eingeschlossen, so werden sie nach dem Rotationszentrum zugetrieben. Die Zentrifugalkraft bewirkt diese Arten der Bewegung, die man in übertragenem Sinne Auftriebsbewegungen nennen kann. Auf solche experimentell erhärtbare Tatsachen stützte sich Descartes, um die Annahme einer Schwerkraft (Gravitation) als Fernkraft zu umgehen und allein durch Bewegungszustände und durch die Mitteilung von Bewegung zwischen benachbarten Teilchen die Phänomene der Planetenbewegung zu erklären. Gemäß dem soeben Dargelegten muß er nun annehmen, daß die Erde und der Saturn und die übrigen Planeten spezifisch leichter als der Riesenäther des Sonnensystems sind, und

das tut er denn auch; Schwere und Leichtigkeit beruhen für ihn übrigens nur auf der Dichte und Größe der Partikeln⁴⁵⁵. Dieser Descartessche Erklärungsversuch ist aus verschiedenen Gründen unhaltbar, und auch nicht einmal innerlich (räumlich-mathematisch) in sich gut durchdacht. Man vergleiche darüber die Bemerkungen, welche wir zu der Gravitationstheorie des Huyghens in diesem Buche machen werden.

Whewell urteilt über Descartes' Wirbeltheorie: „Es wird unnötig sein, hier von der völligen Grundlosigkeit dieses Systems in Beziehung auf dessen mechanische Haltbarkeit und auf die Übereinstimmung desselben mit den astronomischen Beobachtungen zu sprechen. Seine allgemeine Aufnahme und sein zeitliches Ansehen, selbst zuweilen bei sehr verständigen, der Mathematik wohlkundigen Männern, sind die merkwürdigsten Ereignisse, deren es sich rühmen kann⁴⁵⁶.“

Auch andere mechanistische Erklärungsversuche des Descartes lassen eigentliche moderne „Exaktheit“ der Theorie (wenn man so sagen darf) vermissen. Die Elastizität wird beispielsweise kurzerhand dadurch erklärt, daß die um ihre eigene Achse rotierenden Partikeln eines festen Körpers den zu ihrer Rotation erforderlichen Raum sich zu erhalten bzw. ihn wiederzugewinnen suchen, wenn sie ihn verloren haben⁴⁵⁷.

Läßt man die Materie, wie Descartes, aus Korpuskeln bestehen, ohne doch einen leeren Raum zuzugeben, dann macht es einige Mühe, sich vorzustellen, wie sich ein irgendwie geformtes Korpuskel neben anderen fortbewegen soll, ohne daß Lücken zwischen beiden eintreten oder ohne daß die Formen der Korpuskeln dabei verändert würden. Descartes hilft sich mit der Annahme immer feinerer und feinerer Partikelsplitter, welche die entstehenden Lücken ausfüllen sollen. Auch nimmt er eine Geschmeidigkeit in der Raumform für diese feineren Splitter an. Schließlich beruft er sich den undurchdringlichen Schwierigkeiten gegenüber auf die Allmacht Gottes. An seinen dogmatischen Voraussetzungen aber hält er fest. Einen leeren Raum gibt es nicht. Denn der Körper ist ihm nichts anderes als ein Raum-Sein. Nur durch die Bewegung der Raumteile gegeneinander werden diese Raumteile oder Körper unterscheidbar; bewegten sich zwei aneinandergrenzende Raumteile gleichmäßig miteinander fort, so wären sie als ein einziger einheitlicher Körper aufzufassen. Kousequenterweise verwirft er den *horror vacui*, eben weil das Vakuum eine Chimäre sei⁴⁵⁸.

Obwohl der Körper nur geometrisch-phoronomisch gefaßt werden soll, wird ihm doch immerhin Undurchdringlichkeit zugesprochen. Diese wird aber nicht irgendwie aus sinnlichen Qualitäten begriffen, sondern es heißt in einem Briefe an Henry More, daß das bloße Dasein im Raume den Widerstand gegen das Dasein eines andern Körpers an demselben Orte bedinge. Diese Wirkung der Ausdehnung sei die Undurchdringlichkeit⁴³⁹.

Man kann Descartes loben, soviel man will, und es könnte selbst sein, daß spätere Entwicklungen seinem Streben, den Begriff der Fernkraft zu vermeiden, noch einmal recht geben werden. Aber man wird nicht leugnen können, daß er, wenn man ihn mit Kepler und Galilei vergleicht, das Wesentliche für damals verfehlt hat. Denn nicht der Atomismus und nicht die Beschränkung der Physik auf die primären Qualitäten sind das Wesentliche und zunächst Entscheidende des neuen Geistes, sondern die Verbindung der Mathematik mit der Phoronomie. Neben diesem tiefsten treibenden rationalen Prinzip kommt als spezifisch modern eher das Gegenteil des Descartesschen Universalismus in Betracht, nämlich jene fruchtbare, geduldige und exakte Arbeit an den Einzelerfahrungen der einzelnen Probleme, bei welcher man fernliegende Allgemeinheiten und letzte Ziele des Wissens am besten — gemäß Francis Bacon — beiseite hält. Ebendiese sich mäßigende Zurückhaltung des Erkenntnistriebes, die sich mit einem Gesichtskreis und mit Gegenständen „von mittlerer Allgemeinheit“ bescheidet, ist, nächst der Grundidee der mathematischen Dynamik, das eigentliche und beste Moderne.

Ein dem Descartesschen Geiste sehr verwandter Denker war der Letzte in der Reihe derer, die wir als Lehrer vom Wesen der Materie hier zu betrachten haben, der Franzose Pierre Gassendi. Er war als Sohn eines Bauern zu Champtercier bei Digne geboren. Natürlich gibt es Unterschiede zwischen beiden Denkern, und es gab eine Zeit, in der an der Pariser Universität die Schulen der Kartesianer und der Gassendisten in leichter Gegensatzspannung nebeneinander wetteiferten, um das Alte zu stürzen. Die bedeutenderen Geister der modernen Physik von damals machten bei beiden Schulen, je nach Geschmack, ihre Entlehnungen und gingen auch wohl von der einen zur anderen über oder nahmen Mittelstellungen ein.

Gassendi (1592—1655) war ein Geistlicher von hoher diplomatischer Weltgewandtheit. Man sagt gern, daß nur er es wagen konnte, den Demokritismus und Epikureismus zu Ehren zu bringen, wobei er allerdings sehr vorsichtig zu Werke ging. Er erwarb sich schon in jungen Jahren Stellung und literarisches Ansehen, so daß der nur vier Jahre jüngere Descartes, der aber erst später emporstieg, ihn anfänglich als eine anerkannte Autorität behandelt hat, 1625 wurde er Propst an der Kathedrale in Digne; 1645 Professor der Mathematik in Paris.

Hinsichtlich der Modernität seiner Ansichten und seiner vorsichtigen Nachgiebigkeit ist er gekennzeichnet, wenn er sagt, daß die besten Gründe für das Kopernikanische System zu sprechen scheinen, daß man aber — mit Rücksicht auf die Heilige Schrift — das Tychonische System anzunehmen habe⁴⁰. Bei der Erwähnung des Eindruckes, den der Galileiprozeß auf Gassendi machte, drückt sich Laßwitz in einer Mischform von direkter Erzählung und indirekter Rede folgendermaßen aus: „Das Vorgehen der Kurie gegen Galilei nimmt sein höchstes Interesse in Anspruch; er kann nicht glauben, daß jener schuldig sei“⁴¹.

Seine Studien über Epikur trieb Gassendi lange für sich allein und im engen Freundeskreise. Erst seit 1647 begann er mit den Veröffentlichungen darüber, und zwar zunächst mit einer lediglich biographischen Würdigung und Empfehlung des antiken Philosophen, unter Übergang der Lehren desselben. Die Darlegung der Lehren wurde 1649 im Druck gewagt, und zwar nur in der Form eines Kommentars zum zehnten Buche des Diogenes Laertius.

Da nun für die echte, antike Atomistik, die Gassendi entschlossen einführte, die Annahme eines leeren Raumes unerläßlich ist, so empfiehlt es sich, an dieser Stelle einen kurzen Bericht über die damaligen experimentellen Bemühungen und die speziell physikalischen Anregungen in dieser Frage einzuschleiben.

Für die philosophische Theorie der Materie erwiesen sich freilich alle Experimente und Beobachtungen, bei denen es sich um ein sogenanntes Vakuum handelte, als nicht entscheidend. Wir wollen nichtsdestoweniger kurz davon sprechen. Schon Galilei wußte, daß das Wasser dem Pumpenkolben nicht mehr folgt, wenn es auf Höhen von mehr als 10 Meter über sein ursprüngliches Niveau steigen soll. Diese Tatsache

hebt, wie uns heute zumeist gesagt wird, die Lehre vom *horror vacui* auf. Denn wir verstehen heute aus dieser Tatsache zu schließen, daß die Phänomene, die man dem *horror vacui* zugeschrieben hatte, nichts als Wirkungen des Atmosphärendruckes sind. Galilei kam jedoch merkwürdigerweise nicht auf diese Erklärung, sondern versuchte es mit der geistreich und originell anmutenden Idee, die Kraft des *horror vacui* an der Hand derartiger Phänomene meßbar machen zu können. Daß Galilei nicht auf die richtige Erklärung kam, fällt immerhin auf; denn er wußte, daß die Luft Gewicht hat, und er hat aus anderweitigen Anlässen dieses Gewicht sogar experimentell zu bestimmen gesucht.

Schon Cardano hatte sich die Aufgabe gestellt, durch Wägungen das Gewicht der Luft mit dem des Wassers zu vergleichen. Er fand das Verhältnis als 1:50. Galileis Experimente ergaben ihm ein Verhältnis von 1:400. In Wahrheit ist das Verhältnis gleich 1:773. Galilei blies mit einer Spritze in ein Gefäß Luft hinein, so daß sie sich darin komprimierte, und ließ dann die heineingepreßte Luft wieder herausfahren. Er wog den Behälter vor und nach dem Entweichen dieser zugesetzten Luft⁴⁴².

Galilei verharrete also bei der Theorie des *horror vacui* und erwies seinen kühnen und verständigen Sinn nur darin, daß er daran ging, die Kraft des *horror vacui* experimentell messen zu wollen. Toricelli, ein Schüler Galileis, wünschte, daß diese begonnenen Experimente in ein wenig veränderter Weise fortgesetzt würden, und hegte dabei bereits die Idee, daß es sich um den Druck der Luft als Ursache handeln werde. Viviani führte die von Toricelli vorgeschlagenen Experimente 1643 mit Erfolg zu Florenz aus. Der Franzose Mersenne, der sich in jenen Jahren in Italien aufgehalten hatte, brachte ein geschriebenes Memoire darüber von Rom nach Paris mit. Er meinte freilich, ganz leer könne das Vakuum über der sinkenden Quecksilbersäule in der Glasröhre nicht sein, da man noch hindurchsehen könne, und er dachte dabei an Luftteilchen oder sogenannte *spiritus*, die aus dem Quecksilber aufgestiegen sein mochten. Das Urteil der Gelehrten über die Bedeutung des Versuchs lautete verschieden. Pascal verharrete anfänglich bei der *horror-vacui*-Theorie; Mersenne und Gassendi versuchten Erklärungen aus der Kohäsion und der Elastizität der beteiligten Stoffe; Descartes blickte am schärfsten, indem er sich sogleich die

ganze den Erdball umgebende Atmosphärenschicht als ein bestimmtes begrenztes Gewicht vorstellte. Erst als Versuche über die Abhängigkeit des Barometerstandes von der Niveauhöhe über dem Meeresspiegel, in der das Experiment angestellt wird, vorlagen, drang die richtige Auffassung allgemein durch⁴⁴³. Die Überzeugung aber, daß ein absolutes Vakuum experimentell erwiesen sei, trat nirgends ein. Die Erfindung der Luftpumpe durch Otto von Guericke konnte natürlich noch weniger eine solche Überzeugung hervorbringen.

Es waren daher nicht derartige Experimente, sondern vielmehr spekulative Gründe, Gründe nämlich aus den Notwendigkeiten des Aufbaus einer atomistischen Theorie, welche Gassendi zur Behauptung eines leeren Raumes führten. In historisch-literarischer Beziehung spielte Heron von Alexandrien die wesentliche Vermittlerrolle für diese Ansichten.

Die neue Lehre lautet bei Gassendi nun so: Raum und Zeit sind nicht Akzidenzien einer Substanz; sie sind auch nicht selbst Substanzen. Sie sind weder das eine noch das andere; man braucht also für sie eine neue ontologische Kategorie (so könnten wir es heute ausdrücken); denn jedenfalls haben sie nach Gassendi ein Sein. Es gebe zunächst einen leeren Raum außerhalb der Welt, in den Gott die Welt hinein erschaffen habe.

Diese Welt besteht aus bewegten Atomen, und diese Atome und ihre Bewegungen seien das einzige, wovon man bei allen Erklärungen der Physik auszugehen habe. Die Atome sind ausgedehnt und haben eine bestimmte unveränderliche (also auch unzerbrechliche! [gegen Descartes]) Gestalt. Es ist anzunehmen, daß die Gestaltungen der Atome unübersehbar mannigfaltige sind. Ebenso gebe es auch an Anzahl unübersehbar viele Atome, jedoch nicht unendlich viele, da sonst die Welt unendlich ausgedehnt sein müßte. Viele dieser Atome mögen mit Häkchen oder Hervorragungen versehen sein; dies dürfe aber nicht zu dem Einwande des Lactantius führen, daß dieselben abbrechen könnten und die Atome somit teilbar seien. Vielmehr bleibt es bei der absoluten Festigkeit der einmal erschaffenen Atome. Nur Gott kann sie wieder fortnehmen. Physikalisch teilbar ist überhaupt nur das, was von Anbeginn aus physischen Teilen (eben aus Atomen) zusammengesetzt war, und nur da, wo es Zusam-

mensetzungsgrenzen hatte. Die Substanz des Atoms würde auch dem schärfsten und feinsten Messer kein Eindringen gestatten. Die mathematische Teilbarkeit freilich geht ins Unendliche. Der Unterschied zwischen mathematischer und physischer Teilung wird von Gassendi klar und scharf formuliert. Die Solidität der Atome, welche in dieser von Gassendi angenommenen Undurchdringlichkeit gegeben ist, soll nicht als eine Steigerung oder Idealisierung der sinnlichen Eigenschaft der Härte aufgefaßt werden; sondern sie ruht auf rationalem, metaphysischem Grunde. Die Atome sind ihrem Begriffe nach, sozusagen „raumbehauptende Individuen“⁴⁴⁴. Man könnte sagen, daß Gassendi hier mit einer eleganten, fast unmerklichen Bewegung den Aristotelischen Formbegriff von den komplexen Dingen fortgenommen und ihn für seine Atome in Gebrauch genommen habe. Er behält sogar den Ausdruck „Form“ bei. Die „Form“ sei es, sagt auch er, welche Körper von Körper unterscheidet und den Körper zum Einzelkörper macht. Aber während bei Aristoteles die Form das zweckbestimmende Wesen der Sache war, ist sie bei Gassendi doch mehr die geometrische Figur, verbunden freilich mit dem existenzbehauptenden Individualitätscharakter.

Wichtig ist, als ein Fortschritt über Descartes hinaus und als brauchbare Vorstellung für die Chemiker, daß Gassendi von den Atomen die Molekeln (*moleculae* oder *concretiunculae*) unterscheidet, Gruppierungen von Atomen, die ihrerseits erst die Elementarbestandteile der sinnlichen gegebenen Körper werden. Er verfuhr hierin ebenso wie Sennert. Es mag sein, meint Gassendi, daß sich die gröberen Stoffe, wie Knochen, Fleisch, Säfte usw., auf die Elemente Erde, Wasser, Luft usw. zurückführen lassen; diese wieder wären nach der Ansicht der Chemiker vielleicht in *mercurius*, *sulphur*, und *sal* aufzulösen; dann aber wären diese Elementarsubstanzen noch in Atome zu zerlegen⁴⁴⁵.

Den Atomen soll schließlich noch die Eigenschaft der Schwere zukommen. Dieser Begriff der Schwere soll dem Epikureischen nicht gleich sein. Der Gassendische Begriff der Schwere ist etwas dunkel; er ist nämlich einerseits geradezu gleichbedeutend mit dem Begriff der Bewegung; zugleich aber wird die wirkliche Bewegung mit dem Antrieb zur Bewegung („*impetus*“), auch wenn sie unausgeführt bleibt, in einen einzigen Begriff zusammengefaßt. Manchmal

kommt es bei Gassendi so heraus, als ob jeder einem jeden Atom mitgegebene Bewegungsantrieb in alle Ewigkeit ihm unverändert zu eigen bleibt und nur vorübergehend sozusagen gestaut werden kann. Dies ist der Begriff der Gassendischen Schwere. Laßwitz formuliert den Sinn der Gassendischen Mechanik geradezu in die modernen Worte: „Energie ist nicht übertragbar von einem Atom auf andere.“ Und er faßt das Gesamtbild, das er sich aus den Gassendischen Darlegungen gemacht hat, so zusammen: „Jedes Atom hat nach Abprall von einem andern wieder seine ursprüngliche Geschwindigkeit . . . Wieviel Zusammenstöße und Verzögerungen ein Atom auch erlitten habe, wieviel Zeit es auch gebraucht habe, einen endlichen Weg zurückzulegen, — an dem Ziele, an welchem sein Dasein wirksam wird, muß immer dieselbe Intensität des Stoßes auftreten, weil es ja auf jeder freien Strecke seine absolute Geschwindigkeit hat, also die Kraft seines Anpralls nicht von den vorangegangenen Verzögerungen abhängig ist.“ Gelegentlich unterscheidet Gassendi zwischen einfacher und hinzutretender „Schwere“ (*simplex* und *adjectitia*)⁴⁴⁶. Aber eine solche speziellere Unterscheidung soll dann wohl nur als ein physikalisches Detail angesehen werden, das mit den allgemeinen Grundansichten Gassendis als vereinbar gedacht werden muß. Solchen spezielleren Konstruktionen Gassendis näher nachzugehen, ist wohl nicht sehr lohnend, da sie nicht in einer historisch wichtigen Linie liegen, auf der eine tiefere und bessere Einsicht sich in ihnen vorbereitet hätte.

Gassendi formuliert seine allgemeinen mechanischen Prinzipien folgendermaßen: „Keine Wirkung geschieht ohne Ursache; keine Ursache wirkt ohne Bewegung; nichts wirkt auf ein entferntes Ding, es sei denn, daß es durch sich selbst oder mittels eines Organs oder durch Verbindung oder Übertragung (*transmissum*) eine Gegenwärtigkeit herstellte; nichts bewegt etwas anderes anders als durch direkte Berührung, eventuell auch durch ein Werkzeug, und zwar ein körperliches.“ Die Übertragung der Bewegung müsse entweder auf Zug oder Stoß beruhen. Es sei äußerlich zweckmäßig, den Unterschied dieser beiden Kraftübertragungsarten beizubehalten; im Grunde aber werde jeder scheinbare Zug auf Stoß zurückzuführen sein⁴⁴⁷.

Wie und ob sich die Bewegungsübertragung durch den Stoß mit der tieferen Lehre verträgt, daß jedes Atom den

ihm erteilten *impetus* für die Dauer des Weltaseins für sich selbst behält, in diese Frage können wir hier nicht näher eintreten.

Ein Widerspruch dieser Art läßt sich übrigens vielleicht vermeiden, wenn man annimmt — und das tat Gassendi —, daß die Einwirkungen der Atome aufeinander hauptsächlich darin beständen, daß sie einander zwingen, ihre Bewegungsrichtungen zu ändern. Daneben nahm er wohl auch an, daß hinsichtlich des Wechsels zwischen wirklicher Bewegung und bloßer Bewegungstendenz (innerem Antrieb, *impetus* im Körper) ein kausaler Einfluß von außen her möglich und maßgebend sei. Modern würde man diesen Wechsel wohl als ein Potenziellwerden einer Energie, die sonst kinetisch war, bezeichnen, wobei jedoch gewaltige Unterschiede in der Sachauffassung zwischen der modernen Lehre und den vagen spekulativen Aufstellungen Gassendis bleiben. Den gehemmten Zustand der dem Körper ursprünglich eigenen Bewegung sucht Gassendi gern dahin weiter zu deuten und zu unterbauen, daß er — wenigstens bei kompakten Massen — auf die wahrscheinlichen inneren Vorgänge hinweist, die hinter der scheinbaren Ruhe stehen. Ob aber diese Umdeutung der anscheinend nur noch potenziellen Energie (wenn wir uns mit modernen Worten hierüber ausdrücken dürfen) in feinere kinetische Tatsachen überall — z. B. auch bei den einzelnen Atomen — möglich und notwendig wäre, das würde wohl offen bleiben müssen. Gassendi behauptet solches wohl für die Atome nicht, sondern begnügt sich hier, einen Spannungszustand anzunehmen, gleich als ob das Atom seinen ursprünglich ihm zuerteilten Bewegungsgrad sofort wieder annehmen würde, sobald es das nur könnte⁴⁴⁸. Das Verhalten der Atome im Raume wäre also teils ein Sich-Stauen aneinander, teils ein Ausweichen voreinander, wie es Menschen auf der Straße tun, wobei jedes individuelle Atom die ihm prinzipiell eigene Energie beibehält und nur zeitweise deren Äußerungen einschränkt, ohne jedoch je etwas davon an andere abzugeben⁴⁴⁹.

Gassendi machte sich also, ähnlich wie Descartes, an die Aufgabe, die sogenannte Attraktion der Erde auf fallende Körper aus unmittelbarer körperlicher Berührungsmechanik abzuleiten. Er bekannte sich zwar zur Annahme einer Gravitation, jedoch einer solchen, die nicht ohne Vermittlung räumlich-körperlicher Vorgänge gedacht werden dürfe. Die

Gravität der Luft könne diese Vermittlerrolle nicht spielen; denn sie umgibt den Stein überall und ist aus sich selbst ganz unfähig, ihn nach der einen Seite mehr als nach der anderen hin in Bewegung zu setzen. Daher müsse notwendig angenommen werden, daß irgend etwas aus der Erde an den Stein herankommt, was von der anderen, der Erde abgekehrten Seite nicht ebenso geschieht und was im Steine selbst an sich auch nicht seinen Grund hat. Ähnlich, wie wenn ein Knabe nach einem Apfel hingetrieben wird; dies geschieht auch nicht durch die bloße Luft, welche dazwischen liegt, sondern der Apfel muß sein Bild oder seinen Geruch von sich ausgehen lassen, um den Knaben an sich zu ziehen. Die Erde zieht daher die Körper ebenso an wie der Magnet das Eisen; ja, die Erde ist überhaupt nichts weiter als ein großer Magnet (ausgenommen die Rinde derselben, welche durch verschiedene Veränderungen morsch geworden ist)⁴⁵⁰.

Gassendi wußte, daß die Attraktion der Erde mit der Entfernung abnimmt. Er denkt sich Strahlen, die aus feinen materiellen Korpuskeln bestehen und von der Erde ausgehen. Damit nun aus dieser zentrifugalen Bewegung eine zentripetale Anziehungsbewegung werden kann, denkt er sich die zunächst geradlinigen Strahlen hinter dem angezogenen Körper zusammengekrümmt. Sie könnten z. B. durch die Materie des angezogenen Körpers, durch den sie vielleicht wie Lichtstrahlen hindurchgehen, gebrochen werden. Wie sich die Lichtstrahlen hinter einer Konvexlinse aus Glas wieder in einem einzigen Punkte vereinigen, so könnten es auch die Gravitationsstrahlen hinter einem jeden kompakten schweren Körper tun. Wäre nun so der Körper zwischen die Strahlen wie zwischen gekrümmte Ruten eingeklemmt, so könnten diese einklemmenden gekrümmten Strahlen durch seitlichen Druck ihn wohl der Erde näher zuschieben. Er denkt an zwei Arme, deren halbgeöffnete Ellenbogengelenke einen fremden Körper einschließend berühren. Oder auch: Wenn man durch zwei voneinander entfernte parallele Durchbohrungen einer Kugel Seile hindurchzieht und diese Seile an ihren Endpunkten zusammenhält, einmal durch ihre Vereinigung in einem festen Punkte einer Wand, auf der anderen Seite etwa in der Hand des Experimentators, so kann die Kugel dadurch veranlaßt werden, sich nach einer der beiden Seiten hin zu bewegen. Dies Experiment soll die Wirksamkeit der Erdattraktionsstrahlen deutlich machen.

Indessen ist die ganze Theorie doch letzten Endes undurchführbar, und Gassendi selbst hat auch späterhin keinen Wert mehr auf sie gelegt.

Es ist klar, daß eine geschäftige Phantasie sich in ähnlicher Art auch allerhand Erklärungen für die Natur der Aggregatzustände, für die Durchsichtigkeit gewisser Körper (regelmäßige Anordnung der intermolekularen Poren), für die Elastizität, die Weichheit, die Härte, die Wärme, die Kälte, das Licht und die bekanntesten Beziehungen dieser Wesenheiten ausdenken kann. Der Wert dieser Bemühungen ist, ähnlich wie bei Descartes, nicht sehr hoch einzuschätzen. Allerdings kann ihnen ein Anregungs-, ein Propagandawert, zugeschrieben werden. Wenn Männer wie Huyghens, die zugleich die Quintessenz der echten mathematisch-mechanischen Prinzipien besaßen, sich von Gassendi und Descartes anregen ließen, so möchte man wohl daraus schließen, daß jene nicht eben glücklich zentralisierten Spekulationen noch einen Platz in der Geschichte verdienen, aber nur einen bescheidenen. Die allgemeinen Grundanschauungen der Gassendischen Mechanik, die wir darlegten, sind wegen ihrer beträchtlichen inneren Konsequenz noch etwas ernster zu nehmen.

Hinsichtlich der Lehre Gassendis von der Bewegung ist noch folgendes merkwürdig. Er will auch die Bewegung selbst gleichsam atomisieren, indem er sie prinzipiell als diskontinuierlich ansieht. Er gedenkt der Zenonischen Beweise gegen die Möglichkeit der Bewegung und trauf dem darin feindlich vorgeschobenen Unendlichkeitsbegriff eine wirklich verhängnisvolle Rolle zu. Er glaubt nun dem Problem eine neue Wendung geben und den Zenonischen Argumenten entgehen zu können, indem er kleinste elementare Raumstrecken annimmt, die zu durchlaufen für einen Körper die Sache eines einfachen absoluten Zeitpunktes wäre. Jede umfangreichere Bewegung wird als prinzipiell diskontinuierlich aufgefaßt. Daß uns solche Bewegungen als kontinuierlich erscheinen, ist nur Sache des sinnlichen oberflächlichen Eindruckes. Man könnte es so ausdrücken, als ob in Gassendis Phantasie dem unteilbaren Letzten der Körperwelt eine unteilbare letzte Zeiteinheit entsprochen habe, wenn nicht diese unteilbare kleinste Zeiteinheit — im Hinblick auf die Absicht der Umgehung der Zenonischen Beweise — geradezu gleich Null gesetzt werden müßte⁴⁵¹.

Zur Durchführung der bezeichneten phoronomischen Grundansicht ist noch das Folgende zu erwägen nötig. Es könnte eine Schwierigkeit darin gefunden werden, daß es verschiedene Geschwindigkeiten gibt. Die schnellere Bewegung müßte also mehrere unteilbare kleinste Raumeinheiten in der gleichen unteilbaren kleinsten Zeiteinheit durchlaufen — so scheint es —, in der die langsamere Bewegung vielleicht nur eine Einheitsstrecke durchläuft. Diese Schwierigkeit soll man dadurch auflösen, daß man nicht die schnelleren Bewegungen aus den langsameren ableitet, sondern die langsameren aus den schnelleren. Sie entstehen aus diesen durch Einschaltung von Ruhepausen. Die Frage also, wie ein Körper dreimal so schnell als ein anderer sich im Raume bewegen könne, beantwortet sich Gassendi dadurch, daß er annimmt, man müsse der Bewegung des Langsameren gewisse Elemente der absoluten Ruhe beimischen. Daher gebraucht er besonders hier den Ausdruck des Diskontinuierlichen. Man hat sich das so auszumalen: Der schnellere Körper durchheilt momentan, d. h. in der kleinen, unteilbaren Zeiteinheit, die erste kleine Elementarstrecke, dann die zweite, dann in einem dritten Zeitmoment die dritte. Der langsamere Körper braucht für die erste kleine Atomstrecke ebendieselbe elementare Zeiteinheit, wie jener andere sie auch brauchte (eventuell als Null zu denken), dann aber legt er zwei Zeiteinheiten Ruhe ein (die vielleicht keine endlichen Werte haben könnten) und erhebt sich erst danach zum zweiten Sprunge, und so fort. Man wird bei diesem Phantasiebilde des Gassendi an das moderne witzige Schlagwort für eine entfernt analoge moderne Theorie erinnert: Die Welt ist ein Kinematograph. Wenn man noch weitere Konsequenzen der Gassendischen Bewegungslehre ziehen wollte, so hätte man sich vorzustellen, daß es nur eine einzige festbestimmte höchste Maximalgeschwindigkeit in der Welt gebe, von der alle anderen Geschwindigkeiten als Abschwächung anzusehen wären⁴⁵².

Übrigens kann man der Meinung sein, daß der Atomismus Gassendis und seine Lehre von der Bewegung aus einer gemeinsamen Quelle in der Psychologie seines Denkens entstanden sind. Einer solchen Meinung war Julius Schaller. Er meint nämlich, daß der Atomismus Gassendis ebenso wie seine Lehre von der Bewegung aus der Problematik geboren sei, die die Vorstellung eines kontinuierlichen

Quantums für die damalige Zeit besaß. Für die Gassendische Bewegungslehre versteht sich dieser Zusammenhang von selbst. Schaller findet aber auch in den Motiven der Gassendischen Atomistik etwas, was hierher gerechnet werden muß und was ihn mit Giordano Bruno verbindet. Doch unterscheidet sich Gassendi dadurch von Bruno, daß er immerhin eine reine Geometrie anerkennt, welche das kontinuierliche Quantum bis ins Unendliche zu teilen vermag. Aber für die Physik reißt er die Natur der Körperlichkeit von solchen abstrakt-mathematischen Möglichkeiten los⁴⁵³.

Wir werfen nun einen Rückblick auf das Ganze der Gassendischen Leistungen, wobei wir, gemäß der allgemeinen philosophiehistorischen Tradition, seine Erneuerung der Atomistik in den Mittelpunkt stellen. Laßwitz meint, daß Gassendis Rückgriff auf die antike Atomistik „doch eine schöpferische Tat in der Geschichte der Physik“ gewesen sei. Man kann darin anderer Meinung sein. Gassendi hat es ebenso sehr wie Descartes an der glücklichen und tiefsinnvollen Kunst gefehlt, Physik und Mathematik zu verbinden, so wie Galilei es gelehrt hatte. Obwohl er die Fallgesetze Galileis kannte und (darin anders denkend als Descartes) sie anerkannte, ja sie auf seine eigene Art darstellte oder ableitete, fehlte es ihm doch an der Kraft, diese Galileische Methode selbständig und erfolgreich auf neue Probleme anzuwenden. Für die Geschichte der Weltanschauungen ist Gassendis Stellungnahme wichtig, aber für die Geschichte der Mechanik und der Physik ist sie es nicht. Für die Geschichte der Physik kam es damals auf eine allgemeine Geltung atomistischer Hypothesen überhaupt nicht an. Sobald die konkreten empirischen Probleme, an denen die neue Physik auf ihre experimentelle und rechnerische und wenig spekulative Art mit Ernst und Erfolg arbeitete, es erforderten hätten, hätten sich jederzeit ganz von selbst die wünschenswerten atomistischen Vorstellungen eingefunden. In der Chemie trat dieser Zeitpunkt erst ein bis zwei Jahrhunderte später ein. In der Mechanik genügte es, in rein fiktiver Weise für die Zwecke der Rechnung die Bearbeitung der Körperwelt nach Punkten, Linien und Flächen zu orientieren. Ein Pendel zum Beispiel konnte zunächst als ein an einer Linie schwingender Massenpunkt aufgefaßt werden. Später — dies geschah von seiten Huyghens —, konnte ein mas-

siver pendelnder Körper als ein Aggregat von Massenpunkten aufgefaßt werden. Solche Methoden der Auffassung waren seit alters eine mathematische Selbstverständlichkeit. Es ist ein Irrtum, zu glauben, daß Huyghens, um dies zu tun, die atomistischen Theorien Gassendis nötig gehabt hätte.

Daß der Eifer kühner Geister vom Typus des Descartes und des Gassendi in jener Zeit auf das Spiel mit hypothetischen Kombinationen verfiel, welche die Rätsel der Erscheinungen mechanistisch unterbauen sollten, ist nur zu begreiflich. Vielleicht haben auch solche Hypothesenbildungen hier und da die Energie des experimentellen Suchens und Forschens in irgendwelchen Richtungen gestärkt. Ein Teil der Schwungkraft für die Einzelarbeit mochte wirklich aus den Anregungen sich herleiten, welche jene Hypothesen geboten hatten. So mag zum Beispiel das Studium der Phänomene des Lichtes zum Teil durch den Streit zwischen der Emissionshypothese Newtons und der Undulationshypothese Huyghens belebt worden sein. Aber der strengere Geist der modernen Forschung darf nicht in der Natur solcher bloßer Spekulationen gesucht werden, wie sie vielfach noch bei Gassendi und Descartes überwiegen. An die Spekulation mußte sich vielmehr sofort das Experiment anschließen, wie wir es bei Galilei sehen; ja es kommt später so weit, daß den Forschern keine Spekulation mehr recht gefallen will, welche sich nicht sofort auf die Formel einer Frage an die Natur bringen läßt, die experimentell beantwortet werden könnte oder doch wenigstens solche Fragen nach sich zieht, deren Beantwortbarkeit man für die Zukunft erwartet und voraussieht. Dieser Charakterzug des neuen Forschungsgeistes bringt es dann fast von selbst mit sich, daß die Forderung Bacons erfüllt wird: man habe sich an Probleme und Begriffe von mittlerer Allgemeinheit zu halten. Denn das heißt hier so viel, wie daß die Hypothesenbildung sich unmittelbar an der Grenze dessen zu halten hat, was von der Forschung eines bestimmten Zeitalters experimentell bearbeitet und verifiziert werden kann.

Im Gegensatz dazu haben wir sehen müssen, daß die naturphilosophischen Vakuumspekulationen durchaus keinen Kontakt mit den Experimenten hatten, welche Galilei und Viviani und Otto von Guericke mit luftleeren Räumen machten, und keinen haben konnten. Die rein-philosophischen Vakuumspekulationen sind bis auf den heutigen Tag für

jedweden wirklichen Fortschritt der Physik unerheblich geblieben.

Nimmt man die Ideen zur Physik, die Gassendi geäußert hat, als eine mehr philosophische und nicht als eine echt modern-naturwissenschaftliche Leistung, so erscheinen sie beachtenswert. Das Bild der Welt der Atome, deren jedes die ihm verliehene Energie unveräußerlich festhält und die nur dadurch, daß sie sich aneinander stauen oder einander aus dem Wege gehen, die mannigfachen Erscheinungen der Natur hervorbringen, ist eine ansehnliche Erfindung, wenn auch keine Entdeckung und keine geschlossene Theorie. Und die Betrachtung aller Bewegungen als diskontinuierlich und aus zeitpunktuellen Einheiten zusammengesetzt ist immerhin originell.

Vergleichen wir Gassendi mit Descartes, so finden wir zwar, daß sie in ihrer Epoche in einem gewissen Gegensatz zueinander standen; derselbe ist aber, mit heutigen Augen gesehen, kein sehr großer. Er wurzelte wohl am meisten in der erkenntnistheoretisch-metaphysischen Unterbauung ihrer Systeme. Gassendi gab sogar 1643 ein Werk unter dem Titel *Disquisitiones Anticartesianae* heraus. Friedrich Albert Lange drückt sich so aus, als ob Descartes aus Furcht vor der kirchlichen Autorität aus der Not eine Tugend gemacht habe, indem er „den Materialismus seiner Naturphilosophie in den weiten Mantel eines durch seine Neuheit blendenden Idealismus hüllte“. Statt dessen sei Gassendi wesentlich Materialist geblieben und habe „die Erfindungen seines einstigen Gesinnungsgenossen mit unverhohlenem Mißbehagen“ betrachtet. Diese Bemerkung Langes über den Materialismus des Gassendi ist *cum grano salis* zu nehmen, und vielleicht ist sie geradezu unzutreffend. Es wird immer schwer sein, das ehrlich Gemeinte und die Bemäntelungen bei den philosophischen Publikationen zu unterscheiden. Gassendi war Priester; er war eine Natur von glücklicher, liebenswürdiger Gewandtheit und gehörte zu den Menschen, „welche sich überall ein wenig mehr erlauben dürfen als andere Leute“⁴⁴. Die philosophische Verbindung, die Gassendi zwischen seinen Naturansichten und den Grundfragen der Erkenntnistheorie und religiösen Metaphysik herstellte, war keine tiefe und starke. Überhaupt ist seine übrige Philosophie nicht von tiefem Interesse. Einerseits begründete er alle Erkenntnis auf die Sinne; andererseits sprach er von einem doppelten

Kriterium der Wahrheit, Sinnlichkeit und Verstand, wobei der Verstand das erste Urteil über sinnlich Gegebenes berechtigten könne. Angeborene Ideen im Sinne des Descartes leugnete er. Es liegt hier die gleiche Unklarheit und das gleiche ermüdende und verwirrende Hin und Her vor, wie wir es auch bei so vielen spätern Philosophen der Neuzeit finden.

Innerhalb der Natur des Menschen nimmt Gassendi eine geistige, unkörperliche Substanz an (*substantia incorporea*). Da diese aber nur den höheren Teil der Seele, nicht die niederen sinnlichen Qualitäten enthalten soll, bleibt es etwas dunkel, wo diese letzteren überhaupt in ihrer subjektiven Art ihre Stelle haben; objektiv-physikalisch müssen sie nach Gassendi auf rein mechanische Korpuskularvorgänge zurückgeführt werden. Derartige Konstruktionsschwierigkeiten, die wir hiermit kurz erwähnt haben möchten, sind es, an denen die Geschichtschreibung der Philosophie im letzten halben Jahrhundert ein hauptsächliches Interesse genommen hat; der besondere Gesichtspunkt unserer Darstellung gestattet es, uns darüber kurz zu fassen.

VII. HUYGHENS UND NEWTON

Christian Huyghens ward 1629 im Haag in Holland als Sohn eines diplomatischen Sekretärs holländischer Nationalität geboren. Seit 1665 wurde er von Ludwig XIV. als Mitglied an die neuerrichtete Akademie der Wissenschaften nach Paris, mit ansehnlichem Gehalt, geladen. Er ist der Erfinder gewisser Arten von Uhren, der Entdecker der Kettenbrüche und der Entdecker vieler wichtiger mechanischer Theorien. Er starb 1695 im Alter von 76 Jahren. Er schrieb auch ein Werk über die Anwendung der Mathematik auf die Glücksspiele. Seine bedeutendsten mechanischen Theorien sind in seinem 1673 herausgegebenen *Horologium oscillatorium* niedergelegt.

Eugen Dühring stellt ihn mit Newton in Vergleich, wobei dann freilich Newton als der Größere erscheint. Nur diese beiden Männer läßt Dühring als wahre Fortsetzer der von Galilei begründeten Dynamik — im großen Stil und Ausmaß — gelten, nicht Descartes oder Gassendi. Dühring faßt dabei denn auch die große Gipfelleistung der neuen Wissenschaft, die allgemeine Gravitationstheorie, ins Auge und fragt sich, warum diese Leistung allein Newton vorbehalten blieb. Mit Recht weist er auf die für Newton bereits vorliegenden Einsichten in die parabolische Fallbewegung und die elliptischen Planetenbewegungen hin, so daß der Schritt, der diese beiden Theorien verband und die Keplerschen Gesetze auf Galileische Art zu unterbauen lehrte, nicht mehr fernlag. Allerdings bedurfte es einer bedeutenden Energie des mathematischen Geistes, um diesen Schritt mit vollem Erfolg zu tun, d. h. um die dabei nötigen mathematischen Analysen und Rechnungen durchzuführen; die Mathematik selbst mußte von Newton, um diese Aufgabe zu lösen, schöpferisch erweitert und bereichert werden. Hätten diese rein mathematischen Schwierigkeiten nicht existiert, so könnte man sich wundern, daß Newtons große und berühmte Tat nicht schon früher getan worden ist. Der einzige indessen,

der, seiner Begabung nach, hierfür hätte in Betracht kommen können, wäre wohl Huyghens gewesen. Es war allerdings die Richtung, in der Huyghens sich seine Aufgaben zu stellen pflegte, eine etwas andere, und Eugen Dühring gibt hier der „ursprünglich Kartesianischen Bildungsatmosphäre“ schuld, daß Huyghens jene volle Größe nicht gewonnen habe, die ihn zu einer Newtonschen Tat in den Problemen der Gravitationswelt befähigt hätte⁴⁵⁵. So ist es wohl auch, und wir haben nur hinzuzufügen, um das volle Verständnis der Epoche und ihrer Männer dem Leser nahezubringen, daß es eben damals noch nicht so leicht gewesen sein mag, das beste Neue der neuen Naturwissenschaft so deutlich zu erfassen, wie es uns heute allen am Tage liegt. Immerhin erfaßte es Huyghens richtig und glücklich genug, und seine Theorien der Pendelbewegung, der Zentrifugalkraft und des Stoßes sind vollwertige, große Leistungen in diesem feinsten und besten neuen Sinne, den Galilei der Richtung der Forschung gegeben hatte.

Wir beginnen jedoch nun unsere Darstellung der Huyghensschen Gedanken mit dem, was nicht wahrhaft groß an ihm ist, mit seinen kosmischen Theorien, insbesondere mit seinem Versuch, die Erdanziehungskraft durch ein System molekularer Bewegungszustände zu unterbauen und zu ersetzen. Mit diesem Versuch reiht er sich den nahe verwandten Bestrebungen Descartes' und Gassendis an.

„Da die Schwere“, sagt er, „ein gewisses Streben oder eine Neigung zur Bewegung hat, muß sie wahrscheinlich auch aus irgendeiner Bewegung entspringen⁴⁵⁶.“ Es besteht bei Huyghens eine tiefe Überzeugtheit von gewaltigen Bewegungszuständen im Innern der Körper, wobei wir in der Vorstellung von der Feinheit der molekularen bewegten Materie beliebig weit gehen dürften. Die Natur des Flüssigen begründet er auf lebhafteste Agitation der unwahrnehmbaren kleinen Teile, desgleichen die Wirkung des Pulvers und das Wesen der Elektrizität⁴⁵⁷.

Diejenige bewegte Substanz, welche die Gravitation hervorrufe, müsse die feinste sein, weil sie offenbar alle anderen Substanzen durchdringe. Denn bekanntlich wird die Anziehungskraft der Erde auf irgendeinen Körper niemals dadurch aufgehalten oder eingeschränkt, daß ein anderer Körper im Wege steht, während doch beispielsweise das Licht in analogen Fällen einen Schatten entstehen läßt.

Diese Grundvoraussetzungen veranlassen nun Huyghens zum Versuch einer Hypothesenbildung über die Natur der Gravitation, wobei er sich an die Eindrücke des folgenden Experimentes angelehnt hat. Er läßt ein Glasgefäß, mit Wasser gefüllt, rotieren. Es befinden sich in diesem Wasser kleine Siegellackstückchen, die, als spezifisch schwerer, zu Boden sinken. Mit zunehmender Rotation werden sie, infolge der Zentrifugalkraft, an den Rand des Gefäßes getrieben. Plötzlich wird das Gefäß angehalten, wobei die in Schwung gebrachte Wassermasse noch einige Zeit weiter rotiert. Jetzt beginnen die am Boden liegenden Siegellackstückchen sich nach der Mitte des Gefäßes hin zu bewegen. „Dies ließ mich die Wirkung der Schwere sehen“, sagt Huyghens⁴⁵⁸. Die Ursache jener Bewegung der Siegellackteilchen auf das Rotationszentrum hin liegt — wie wir heute wissen — in der Reibung, die sie am Boden des Gefäßes zu erleiden hätten, falls sie am Umschwung des Wassers in vollem Maße teilnähmen. In herabgesetztem Tempo machen übrigens die Siegellackteilchen den Wasserumschwung immer noch mit, und so tritt die Erscheinung ein, die sich aus den beiden bezeichneten Ursachen zusammensetzt, daß sie sich in Spirallinien auf das Rotationszentrum hinbewegen. Wenn wir sagten, die Ursache der neu eintretenden Bewegung des Siegellacks zum Rotationszentrum hin liegt in der Reibung, so ist hier zu ergänzen, daß infolge dieser Reibung und der sich daraus ergebenden absoluten Verlangsamung der Siegellackbewegung die Zentrifugalkraft in diesen Siegellackteilchen geringer wird als in den sie umgebenden Wassermassen. Dieser Punkt — die verringerte Zentrifugalkraft — ist bei der Huyghensschen Theorie das Hauptmotiv, und hierin stimmt sie mit der Descartesschen Theorie der Schwerkraft überein. Aber der Unterschied zwischen beiden Theorien ist der, daß Descartes die gravitierenden und fallenden Körper spezifisch leichter sein läßt als ihre ätherische Umgebung — daraus folgt bei ihm die verringerte Energie der Zentrifugalkraft —, Huyghens aber sie spezifisch schwerer sein läßt als ihre Umgebung⁴⁵⁹. Daß dann doch ihre zentrifugale Energie gegenüber ihrer Umgebung verringert ist, beruht bei Huyghens auf der relativen Verlangsamung ihrer Rotationsbewegung. Eine solche Verlangsamung gegenüber dem tragenden Medium brauchte Descartes nicht anzunehmen. Man wird nun fragen, wie Huyghens die Bedingungen des Ex-

periments in der kosmischen Realität der Gravitationswelt wiederzufinden hoffen konnte.

Er nimmt für die Körper, welche gegen die Erde fallen, nicht jene Reibung an, die wir beim Experiment mit den Siegellackteilchen als ausschlaggebend erkannten, sondern er nimmt an, daß Körper, welche dichter und kohärenter in sich sind als der Äther, den schnellen Bewegungen der kleinen einzelnen Ätherteilchen nicht mit gleicher Geschwindigkeit zu folgen vermögen. Der Äther soll dabei nicht wie eine einheitliche Masse nur nach einer einzigen bestimmten Richtung hin das Gravitationszentrum umfliegen. Huyghens bemängelt diese Vorstellung bei Descartes, der den Äther in eindeutiger Richtung als Gesamtmasse rotieren läßt; er tadelt dies mit Recht, und zwar aus dem sehr einfachen rein phoronomischen Grunde, daß es sich dann um eine Rotation um eine Achse und nicht um einen Punkt handeln würde. Offenbar ist es ein Unterschied, ob die Körper von einer Rotationsachse oder von einem einzigen Punkt, dem Mittelpunkt eines Systems, angezogen werden. Bei der Descarteschen Anschauung würde nur eine Anziehung nach der Achse der Wirbel hin stattfinden. Die Huyghensschen Ätherteilchen sollen dagegen nach allen Richtungen im dreidimensionalen Raume um das Gravitationszentrum rotieren, sowohl äquatorial als um die Pole hin, sowohl von links nach rechts als von rechts nach links. Dabei sind kleine Ausweichungen derselben voreinander auf ihren Wegen nötig; dies hebt aber die innere Möglichkeit des gedachten Gesamtbildes nicht auf. Der Gesamtraum eines solchen Gravitationssystems ist nach außen hin fest abgeschlossen. Fast müßte man ihn sich durch eine ungeheure Kugelschale abgeschlossen denken, welche dem Becken des Experiments entspricht, in dem Huyghens das Wasser zur Rotation brachte; diese metaphysisch-naturphilosophische Voraussetzung und Schwierigkeit gilt für die Hypothesen des Huyghens und des Descartes in gleicher Weise. Huyghens sagt ausdrücklich im Hinblick auf diese Abgeschlossenheit des Systems nach außen, daß in einem solchen geschlossenen Raume die kreisförmige Bewegung der Ätherteilchen sich leichter entwickeln muß als etwa eine geradlinig hin- und herschwingende Bewegung⁴⁶⁰.

Man sieht, daß diese Erklärungsversuche der zentripetalen Bewegungstendenzen der gröberen Materie bei Huyghens

eine kosmogonische Bedeutung gewinnen. Wenn sich unter den Teilchen jenes Fluidums, sagt Huyghens, dickere oder aus mehreren zusammengesetzte Teilchen befinden, welche der reißenden Bewegung des Fluidums nicht zu folgen vermögen, so werden diese notwendig gegen das Zentrum gedrängt werden und daselbst die Erde bilden⁴⁶¹.

Huyghens bekämpft und korrigiert die kosmische Wirbelhypothese des Descartes auch darin, daß jener den wirbelnden Äther nicht durch die festen Körper, wie den Erdkörper selbst und die auf ihn fallenden Körper, hindurchgehen läßt.

Huyghens will die Geschwindigkeit der Ätherbewegung berechnet haben, wenigstens das Minimum einer solchen Geschwindigkeit, das um der Theorie willen postuliert werden müßte; es soll diese Geschwindigkeit das Siebzehnfache der Äquatorrotationsgeschwindigkeit der Erde betragen. Wenn ein fallender Körper eine solche Geschwindigkeit erhalten hätte, welche dieser Geschwindigkeit der Ätherteilchen gleich käme, würden die Galileischen Beschleunigungen aufhören.

Als Huyghens später Newtons „*Philosophiae naturalis principia*“ kennenlernte, konnte er sich dem Eindruck ihrer Darlegungen nicht entziehen. Jedoch blieb er dabei, seinerseits die Fernkräfte durch mechanisch direktere Antriebsvorstellungen ersetzen zu wollen. Bemerkenswert ist, daß die Vorstellungen Huyghens es nicht erfordern, daß das Gravitationszentrum selbst irgendeine Masse besitzt. Dies spricht gegen seine Theorie; wie denn auch deren Schwäche hervortritt, sobald man das System der Erdgravitation mit dem der Sonnengravitation zusammendenken will. — Huyghens wünschte, die Abnahme der Sonnenattraktion mit dem Quadrat der Entfernung mechanisch, und wohl gar kosmogonisch, erklären zu können. Dazu werde die Annahme helfen können, wie er in einem Briefe an Leibniz sagt⁴⁶², daß die Geschwindigkeit der kreisenden Ätheratome mit der Entfernung vom Zentrum abnehme, „aber ich finde bisher nicht die Ursache dieser Verschiedenheit der Geschwindigkeiten“. Huyghens hielt mit weiteren Äußerungen über diesen Kreis von Fragen fortan zurück.

Die Gravitation von Massenpunkt zu Massenpunkt gab er überhaupt nicht zu⁴⁶³. Sobald man diese Lehre als Tatsache annimmt, wie es aus guten Gründen heute allgemein ge-

schieht, müssen wohl alle diese Lehren von wirbelnden Äthern bis auf weiteres verstummen. Denn es ist schon schwer, für nur wenige einander superordinierte Systeme, wie das der Sonne, das der Erde, das des Mondes usw., die Lehre von den kugelförmig in sich abgeschlossenen Ätherräumen so durchzuführen, daß der Zusammenhang der Tatsachen gewahrt bleibt. Wie sollte man derartiges also für jeden Massenpunkt der Welt annehmen und durchführen können!

Mehr Erfolg als in der Gravitationstheorie hat Huyghens in seiner Theorie des Lichtes gehabt. Dieser Erfolg trat freilich nicht sogleich, sondern erst eineinhalb Jahrhunderte später ein. In diesen beiden Hauptfragen stand Huyghens dem Newton mit einer gegensätzlichen Hypothese gegenüber. Hinsichtlich des Lichtes vertrat Newton die Emissionstheorie, der zufolge das Wesen des Lichtes in gestrahlter Materie bestehen sollte. Huyghens dagegen vertrat die Undulationstheorie, der zufolge das Wesen des Lichtes in wellenförmigen Fortpflanzungen der Äthererschütterungen bestehen sollte. Huyghens mußte seinen Äther zu diesem Zweck als sehr hart und als elastisch ansehen. Die Annahme einer solchen Elastizität gilt bei Huyghens nicht für die letzten Atome des Äthers selbst, sondern nur für ein Kompositum von Atomen, das in sich die mannigfachsten Bewegungszustände enthalten kann, deren Resultat dann die Elastizität ist. In diesem Zusammenhange äußert Huyghens die Idee eines unendlichen Progressus der Forschung nach dem Kleinen und Kleinsten hin. „Auch braucht es“, sagt er, „niemand absurd oder unmöglich zu erscheinen, da es im Gegenteil sehr glaublich ist, daß die Natur bei der Hervorbringung so vieler wunderbarer Wirkungen sich eines unendlichen Progresses in der verschiedenen Größe und Geschwindigkeit der Korpuskeln bedient“⁴⁶⁴.

Descartes hatte noch gemeint, daß das Licht keine Bewegung, sondern ein Streben nach Bewegung sei, das sich wie ein Druck durch den Äther fortpflanze und dazu keine Zeit brauche. Descartes war der erste gewesen, der die Frage nach der Geschwindigkeit des Lichtes aus astronomischen Erwägungen und Berechnungen zu beantworten suchte. Aber die von ihm ins Auge gefaßten Tatsachen ergaben noch kein meßbares Zeitquantum. Huyghens Theorie ging von vornherein von der Hypothese aus, daß das Licht Zeit

brauche. Wenige Jahre vor der Veröffentlichung der Huyghensschen Theorie machte der Däne Olaf Römer an der Sternwarte zu Paris die in dieser Hinsicht entscheidenden Beobachtungen und Berechnungen. Er erzielte das Resultat, daß die Lichtgeschwindigkeit das 600 000 fache der Schallgeschwindigkeit betragen müsse. In Wirklichkeit beträgt sie fast das 900 000 fache derselben; man wird also immerhin die Berechnung Olaf Römers als sehr wertvoll und erfolgreich beurteilen müssen.

Obwohl Newton sich durchaus nicht entschieden gegen eine Undulationshypothese ausgesprochen hatte, sondern es nur vorzog, es seinerseits mit einer Emissionstheorie zu versuchen, so brachte doch der blinde Eifer der Schuldoktrin der Folgezeit so sehr die Newtonsche Tradition zur Geltung, daß selbst Eulers sehr bedeutende Leistungen (um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts) zugunsten der Undulationstheorie derselben nicht zur Anerkennung verhelfen konnten. Das Wesentliche und Wertvolle der Huyghensschen Theorie des Lichtes liegt in mathematisch-mechanischen Feinheiten, auf deren Wiedergabe hier verzichtet werden muß.

Ein weiteres Problem, das mit dem Namen von Huyghens aufs engste verknüpft ist, ist das des Stoßes. Es ist dies ein zugleich mathematisch-mechanisches und zugleich empirisches Problem. Zu seiner Klärung ist, wie wir heute wissen, vor allem die Unterscheidung nötig, ob es sich um einen vollkommen elastischen Stoß oder um einen vollkommen unelastischen Stoß handelt. Natürlich liegen alle wirklich beobachtbaren Fälle irgendwie in der Mitte zwischen diesen beiden Grenzfällen. Die Grenzfälle aber sind der idealisierenden mathematischen Behandlung am leichtesten zugänglich. Hat man sie berechenbar gemacht, so kann man, von ihnen ausgehend, auch mit den Mischfällen fertig werden. Es macht weiterhin dabei noch einen Unterschied, ob der Stoß ein zentraler oder ein exzentrischer ist, und ebenso ferner, ob — wenn wir zunächst einmal den Fall des genau zentralen Stoßes ins Auge fassen — die Bewegungsrichtungen der beiden aufeinanderstoßenden Körper in einer und derselben geraden Linie liegen oder ob sie einen Winkel mit einander bilden. Der Fall, daß einer der beiden Körper ruht, kann natürlich als ein Spezialfall des allgemeinen Falles angesehen werden, daß sich beide bewegen.

Man sieht, daß die empirische Mannigfaltigkeit der Fälle recht groß ist, und wer diese Sachlage richtig betrachtet, fängt an zu begreifen, daß gerade der Vorgang des Stoßes, den die gemeine Phantasie als das einfachste Grundelement aller Mechanik anzusehen geneigt ist, der theoretischen Erforschung bedeutende Schwierigkeiten bereitet hat. Sicherlich mußte die damalige Zeit, nach der Geburt der neuen Wissenschaft der Dynamik, ein besonders dringendes Bedürfnis empfinden, gerade in diesem Problem die Herrschaft der Mathematik zu befestigen. Daher gab denn auch die Royal Society zu London der Gelehrtenwelt die Anregung, man möge sich über dieses Problem in den Philosophical Transactions äußern. Es äußerten sich die Engländer Wallis und Wren und einige Wochen später Huyghens. Die Huyghensschen Ausführungen erwiesen sich als die treffendsten, so daß ihm der erste Rang in dieser Frage zugesprochen zu werden pflegt. Es geschah dies in den Jahren 1668 und 1669⁴⁶⁵.

Die Schwierigkeiten des Problems wurden für die damalige Zeit noch durch einen inneren Grund gesteigert, den wir erst heute vollkommen übersehen und erst auf unsere heutige Art klar ausdrücken können. Beim unelastischen Stoß geht nämlich ein Teil der lebendigen Energie, welche in den Bewegungen der Massen vor dem Stoß verkörpert war, verloren; so muß es wenigstens demjenigen scheinen, der nur die sichtbaren Tatsachen beobachtet, mißt und berechnet. Wir wissen heute, daß diese scheinbar verlorengehende Energie in Wärme übergeführt wird; die unelastisch aufeinanderstoßenden Körper deformieren einander an den Oberflächen; die hierbei entstehenden molekularen Erschütterungen setzen sich in Wärme um. Dies wußte die damalige Zeit jedoch noch nicht. Man kannte das Gesetz der Erhaltung der Energie damals noch nicht, obgleich man ihm schon mannigfach nahegekommen war. Es gab Anlässe, die es der Phantasie des Mathematikers nahezu aufdrängten; wir können das beim Huyghensschen Studium der feineren Pendelgesetze heute schrittweise und deutlich beobachten und verfolgen. Dennoch traten dann immer wieder im Gesamtbereich der Physik auch Erscheinungen dazwischen, die diesem Gesetze zu widersprechen schienen; denn auf die minimalen Wärmereischeinungen beim Stoß harter Körper gegeneinander achtete zunächst niemand. Solange man also nur die groben,

sichtbaren Vorgänge der Mechanik beobachtete, mußte ihnen notwendig in dieser Hinsicht etwas Verwirrendes anhaften, und man konnte nicht wagen, festen Schrittes auf das Gesetz der Erhaltung der Energie und alle die mit ihm verbundenen eleganten und lichtvollen Problemerkklärungen zuzugehen.

Es gelang indessen Huyghens, in der Frage des Stoßes eine ganze Reihe von Lehrsätzen zu finden, unter denen zwei von hoher und allgemeiner Bedeutung sind. *Propositio XI* lautet: „Beim gegenseitigen Stoße zweier Körper findet man die Summe aus den Produkten der Größe der einzelnen Körper in die Quadrate der Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich groß.“ Von diesem Gesetze sagt man heute, daß es nur für den vollkommen elastischen Stoß gelte. Das andere wichtige Prinzip gilt für alle Arten des Stoßes, elastische sowohl als unelastische Stöße, und entspricht jenem Gesetz, welches wir heute als das Gesetz der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunktes in einem geschlossenen System von Körpern und Kräften bezeichnen. Damals sprach man gern von der Erhaltung der „Bewegungsgrößen“ — indem man an einen Begriff von Descartes anknüpfte, der bei Descartes freilich einen schiefen und verworrenen, ja geradezu falschen Sinn gehabt hatte, dem man aber einen guten und richtigen Sinn verleihen konnte.

Das Descartessche Prinzip der Bewegungsgröße stellt sich mathematisch als das Produkt aus einer Masse in ihre Geschwindigkeit dar. Descartes und ein Teil der Kartesianer hegten die Vorstellung, daß die Summe dieser Bewegungsgrößen in der Welt konstant bleibe. Nun besagt aber ein anderes Prinzip, das Huyghens näher lag und das Leibniz deutlich und entschieden und allgemein ausgesprochen hat, daß die Summe der Produkte aus Massen und Geschwindigkeitsquadraten in der Welt konstant bleibe. Ob man Geschwindigkeiten oder Geschwindigkeitsquadrate in Rechnung stellt, macht einen gewaltigen Unterschied. Welches Prinzip nun das richtige sei, darüber stritten eine Zeitlang die Schulen. Wir wissen heute, daß Huyghens und Leibniz recht und Descartes unrecht hatte und daß die Produkte aus den Massen und Geschwindigkeitsquadraten genommen werden müssen, wenn man die sich erhaltenden Energien in der Welt richtig fassen will.

Dennoch kann man auch dem Prinzip von den Bewegungsgrößen (im Sinne des Descartes) einen brauchbaren Sinn geben, sobald man nämlich diese Größen nicht ihren absoluten Werten nach summiert, sondern sie im Raume geometrisch (gemäß dem Schematismus der Kartesischen Geometrie) gegeneinander ausgleicht und aufrechnet. Man setzt sie dann wie Kräfte in Parallelogrammen zusammen; man bezeichnet gewisse Geschwindigkeiten als negativ, man spricht in diesem Sinne von „algebraischen“ Summen usw. Durch dies alles läuft dann das Prinzip von der Erhaltung und Synthese der Bewegungsgrößen auf das Prinzip von der Erhaltung des Schwerpunktes eines Systems hinaus. Um hierfür ein ganz einfaches und sehr drastisches Beispiel zu geben, wählen wir folgenden Fall eines unelastischen Stoßes. Zwei gleich schwere Körper fliegen von entgegengesetzten Richtungen her mit ganz gleichen Geschwindigkeiten in gerader Linie aufeinander zu. Wenn sie vollkommen unelastisch sind, so werden sie in der Mitte des Weges, beim Zusammentreffen, in einen einzigen Klumpen geballt nebeneinander in Ruhe bleiben. Alle äußere Bewegung hat aufgehört. Was ist also hier die „Erhaltung der Bewegungsgrößen“? Es ist diese Erhaltung hier so viel wie ihre Subtraktion voneinander, so daß nichts übrig bleibt; von Subtraktion darf der Rechner hier sprechen, weil die Richtungen der Bewegung einander entgegengesetzt sind. Aber der tiefer Denkende erkennt, daß die Anwendung des Subtraktionsbegriffes hier konventionell begründet ist, freilich von höchster Eleganz für die Mathematik; doch der ehrliche naturphilosophische Sinn eines Erhaltungsprinzipes der Bewegung geht bei dem Symbolismus solcher Subtraktionen zum guten Teil verloren⁴⁶⁶.

Die Kombination der genannten beiden Prinzipien des Huyghens macht nun in der Tat die meisten Fälle des Stoßes berechenbar, wobei man nur den jeweiligen Grad der Elastizität oder Unelastizität der wirklichen Körper aus der Erfahrung zu entnehmen und in Form von Konstanten in die Rechnung einzuführen hat.

In unserem philosophischen und allgemein-wissenschaftsgeschichtlichen Zusammenhang interessiert uns indessen bei diesem ganzen Komplex von Fragen weniger das Stoßproblem an sich als jene anderen weittragenden Ideen und Prinzipienfragen, die dabei, wie wir sahen, auftauchen.

Das allgemeine Prinzip der Erhaltung der Kraft ist uns wichtig, und die jeweiligen Zwischensituationen in der Erkenntnis desselben haben wir historisch so bestimmt zu erfassen, wie es eben bei schwebenden und in sich nicht ganz klaren Gedankenmassen möglich ist.

Daß Huyghens ein einheitliches Hauptprinzip für die ganze Natur im Sinne der Erhaltung der Energie vorgeschwebt hat, erweist sich daraus, daß er, während er von seinen Stoßgesetzen spricht, in gleichem Zusammenhang auch von der Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile spricht⁴⁶⁷, und daß ihm derartige Gedankengänge durch seine Methode beim Studium der Pendelbewegungen bereits nahegelegt waren.

Ein Gesetz irgendeiner Erhaltung eines Bewegungsmaßes läßt sich nicht ganz einfach und ohne Einschränkung formulieren, auch dann nicht, wenn man die Quadrate der Geschwindigkeiten dabei einführt. So sehr auch ein philosophischer Glaube schon seit alten Zeiten zu der Forderung hindrängte, daß es ein solches Gesetz geben müsse, und so nahe einige aufdringliche und überraschende Tatsachen uns auch die Behauptung eines solchen Gesetzes legen, so gibt es doch immer Einschränkungen, zu denen die Tatsachen der Erfahrung die Menschheit bisher noch genötigt haben. Gassendis Atome verlangsamten bisweilen ihre Geschwindigkeit, behielten aber dabei das Streben in sich, sie später wiederzuerlangen. Wer mit den Newtonianern sich auf den Boden der Annahme von Fernkräften stellte, der sah sich genötigt, von der Bewegungsenergie die „Energie der Lage“ zu unterscheiden. Dieser Unterschied entspricht dem Gassendischen, nur daß er scharf erfaßt ist und mit berechenbaren Tatsachen im Einklang steht, während die Gassendische Lehre nur eine vage Hypothese und mathematisch nicht näher präzisierbare Phantasie gewesen war. Nehmen wir für die damalige Zeit noch den Umstand hinzu, daß man beim unelastischen Stoß das Auftreten von Wärmeerscheinungen nicht kannte, so sieht man wohl ein, daß dem Menschen von damals nur die Alternative blieb, entweder das erhoffte Energiegesetz nur partiell zuzulassen und es überall einzuschränken und zu verklausulieren, oder es in der Idee kühn und allgemein zu antizipieren und die widersprechenden Tatsachen der unmittelbaren Erfahrung unbeachtet zu lassen oder sie durch Umdeutungen zu vergewaltigen.

Von Newton, beispielsweise, wird angenommen, daß er einen Zuwachs von kinetischer Energie in der Welt auf dem rein mechanischen Wege der Bewegungsumsetzungen für unmöglich hielt, ohne deshalb einen gelegentlichen, und zwar endgültigen Verbrauch der Energie (beim ganz oder teilweise unelastischen Stoß) für unmöglich zu halten⁴⁶⁸.

Die Stellungnahme des Huyghens hat etwas Ungeklärtes behalten. Das Problem komplizierte sich bei ihm dadurch, daß er die Atome für absolut fest und unelastisch hielt. Wenn man, wie es später Leibniz tat, die letzte Einheit der Materie, das Atom, für elastisch hält, für absolut elastisch sogar, so ist der Gedanke an eine Konstanz der Energiesumme in der Welt etwas leichter durchführbar. Ob man dann die Atome noch für räumlich ausgedehnt oder nur für Kraftpunkte ansieht, könnte gleichgültig bleiben, wofern man sie nur für absolut elastisch hält. Denn für die Beobachtung und das Experiment würden sich keine Unterschiede daraus ergeben, ob man diesen absolut elastischen Atomen noch eine gewisse räumliche Ausdehnung — die man sich ja beliebig klein denken kann — lassen will oder nicht. Läßt man prinzipiell bei den Atomen jede räumliche Ausdehnung fort, so muß man im Sinne der Leibnizschen Philosophie von Kraftpunkten sprechen, und es entsteht der Dynamismus als Grundauffassung vom Wesen desjenigen Naturdaseins, das man sonst unter dem Namen Materie sich vorgestellt hatte. Doch diese wichtige Entwicklung der Naturphilosophie der Folgezeit fällt bereits historisch über den Rahmen hinaus, der unserer Darstellung gesteckt ist. Dem Dynamismus steht die Entwicklung der älteren Atomistik bei Descartes, Gassendi und Huyghens als etwas beinahe Gegensätzliches gegenüber, das ihm zu unterliegen bestimmt war. Ungefähr mit dem Tode von Huyghens hat diese derbere räumlich-materiell gesinnte Atomistik ihr Spiel bis auf weiteres verloren. Es ist nicht unmöglich, daß man zu ihr noch einmal irgendwie zurückkehrt. Huyghens aber erscheint uns heute als eine eigentümliche Mischgestalt, als ein Eckpunkt, ein letzter, einseitiger Ausläufer. Es ist freilich auch ein wenig Parteifrage, aus heutigen aktuellen Verhältnissen heraus, wie man sich zu ihm stellen will.

Seine Stellung zum Energieproblem hat er sich, wie wir bereits sagten, durch die Behauptung der Unelastizität der

Atome bedeutend erschwert. Während Leibniz sagte: Wenn die Atome nicht elastisch wären, so müßte nach und nach bei ihren Zusammenstößen die lebendige Kraft verloren gehen, also sind sie elastisch, — sagte Huyghens: Die Atome seien nicht elastisch; er glaube trotzdem nicht, daß sie ihre Bewegung wie unelastische Körper verlieren könnten „aus Gründen, welche ich eines Tages publizieren werde“⁴⁶⁹. Huyghens hat dieses Versprechen niemals eingelöst; vielleicht ist es ihm nicht gelungen, den Widerspruch vollkommen klar aus dem Wege zu räumen, der zwischen seinen letzten Behauptungen besteht. Allenfalls hätte sich hier Huyghens mit der Hypothese helfen können, deren Durchführung freilich auch ihre Schwierigkeiten hat, daß die Atome die beim Stoß verschwundene Bewegungsenergie durch Rotationen in sich zu erhalten wüßten. Oder aber, und das würde mir als eine noch wahrscheinlichere Annahme vorkommen, er hat sich hier mit dem Regressus in infinitum geholfen. Wenn das unelastisch gestoßene Atom nicht mehr Atom ist, sondern sich beliebig weit in noch elementarere Atome zerlegen läßt, so behält man freilich die Möglichkeit, vor den Konsequenzen des Energieverlustes beim unelastischen Stoß immer aufs neue auszuweichen. Dies ist wohl das einzige, was wir uns bei den paradoxen Behauptungen des Huyghens zurechtlegen können, um ihn so zu ergänzen, daß wir nicht zu glauben brauchen, er hätte bei seinen dunklen Andeutungen sich nichts leidlich Klares gedacht.

Hiermit würde das übereinstimmen, was Laßwitz ihm unterlegt⁴⁷⁰, daß nämlich Huyghens schwerlich daran geglaubt haben dürfte, daß kinetische Energie jemals als solche aus der Welt verschwände, um potenziell zu werden, wie wir heute sagen würden, sondern daß es sich nach Huyghens in solchen Fällen immer nur um eine andere Verteilung der kinetischen Energie in der Welt handeln konnte. Er hatte ja die Vorstellung, daß die Gravitation nicht auf abstrakten linearen Kräften, sondern auf molekularen, ätherischen Bewegungszuständen beruhen sollte, die sich über den gesamten Raum ausbreiten. In diesen schwingenden und wirbelnden Äther kann ganz gut jedes Bewegungsquantum hineinverlegt werden, das in der gröberen Körperwelt vorübergehend verschwindet. Kurzum, Huyghens scheint entschlossen gewesen zu sein, zugunsten seines

geglaubten Hauptprinzips beliebig viele und beliebig kühne Hypothesen zu ersinnen und alles, was in der sichtbaren Welt nicht restlos als übereinstimmend sich zeigen wollte, aus der unsichtbaren Atomenwelt zu ergänzen.

Neben der Erforschung der Gesetze des Stoßes verdient auch die Huyghenssche Erforschung der Pendelgesetze von uns kurz gewürdigt zu werden. Wir erwähnten diese Studien bereits mehrfach; gerade in ihnen tritt die Anknüpfung an Galilei aufs deutlichste zutage. Es kam Huyghens nicht nur darauf an, das Gesetz der Bewegung eines pendelnden Punktes zu finden, sondern auch darauf, die Pendelbewegungen eines größeren ausgedehnten Körpers zu berechnen. Man denke sich etwa als Beispiel, es gerate ein an der Wand aufgehängtes Brett ins Pendeln. Die Bewegungen dieses Brettes, etwa eines an einem Nagel aufgehängten Gemäldes oder Lineals, sind freilich den Bewegungen eines bestimmten einzelnen pendelnden Massenpunktes, der an einem körperlosen Faden hänge, gleich. Aber wie lang muß dieser Faden genommen werden, damit das gedachte „mathematische Pendel“ das „physikalische Pendel“ zu vertreten vermag? Dies ist der Sinn der Frage nach dem „Schwingungsmittelpunkt“. Der Laie würde vielleicht erwarten, daß der Schwerpunkt des pendelnden Körpers als Einheitszentrum bei der mathematischen Berechnung der Bewegungen gewählt werden könnte. Das wäre aber nicht richtig. Huyghens ging nun so vor, daß er sich den pendelnden physischen Körper in ein Aggregat von pendelnden Punkten zerlegt dachte. Durch eine Art synthetischer Betrachtung ließ er das physikalische Pendel aus vielen mathematischen Pendeln entstehen. Dies ist jedoch wiederum nicht in ganz strengem Sinne durchführbar; denn wenn man die Zerlegung des größeren Körpers in ein Aggregat vieler kleiner Körper wirklich praktisch durchführen würde, so würden diese Teile in ungleichen Rhythmen und nicht wie eine einheitliche Masse pendeln. Es sind also feinere und mühsamere Erwägungen nötig, in denen eben Huyghens an Galilei unmittelbar angeknüpft hat, und zwar besonders an diejenigen Spekulationen Galileis, die in der Richtung auf den Energiebegriff hin liegen. Sind nämlich die vielen Elementarteile, in die wir das Pendel zerlegen, starr miteinander zur Einheit verbunden, so können wir es nun so vorstellen, als ob ein Zwang des Mitnehmens von einem jeden

Teil auf jeden andern hin wirksam wäre. Die Lösung, wie dieser Vorgang berechenbar zu machen wäre, fand Huyghens durch eine Gleichung, die wir heute schlechtweg als eine Energiegleichung ansprechen würden. Geht man schließlich in der Zerlegung des physikalischen Pendels in kleine Teile bis zur Grenze des Unendlichkleinen, so entsteht eine Integrationsaufgabe. Durch dies alles gewann das scheinbar so einfache und fast bloß mathematische Problem eine weitreichende und allgemeine Bedeutung für die Geschichte der Wissenschaften.

Ähnlich wie das Pendelproblem führt das Problem der Zentrifugalkraft in die Tiefe und Eigenart der neuen mathematischen Mechanik (spezieller gesagt: Dynamik) hinein. Die Studien am Pendelproblem waren es, die Huyghens auf das Problem der Zentrifugalkraft führten. Der Begriff der Zentrifugalkraft ist insofern interessant, als man hier plötzlich eine Kraft entstehen zu sehen glaubt, die wieder verschwindet, eine Kraft, die aus der Bewegung geboren wird und mit ihr erlischt. Die Zentrifugalkraft tritt sinnlich in die Erscheinung, wenn man einen schweren Körper an einem Faden festhält, indem man ihn im Kreise herumschleudert. Dann erfährt der Faden eine bestimmte, statisch meßbare Spannung. Diese Spannung, sagt man, rühre daher, daß der Körper vom Schwingungszentrum fortstrebt; das Fortstreben des schweren Körpers und die Festigkeit des Fadens halten sich im Spannungszustande des Fadens das Gleichgewicht. Da nun das ganze Phänomen darauf beruht, daß der Körper die Tendenz hat, in gerader Richtung fortzufliegen, woran er in jedem Augenblick von neuem durch die Spannung des Fadens verhindert wird, so entstehen hier infinitesimale Probleme. Diese spitzen sich besonders dann zu, wenn angenommen wird, daß ein Körper nicht in einer genauen Kreisbahn, sondern in einer irgendwie anders gekrümmten Bahn festgehalten werde, während er — wie gesagt — doch sich selbst überlassen, durchaus stets eine gerade Linie einhalten würde. Von Augenblick zu Augenblick können dann, so denken wir uns den Fall, die Krümmung der Bahn und die Geschwindigkeit des bewegten Körpers wechseln, und damit zugleich würde auch die Kraft wechseln, welche der Zentrifugalkraft entgegenwirken muß, damit der Körper die bestimmte gedachte krumme Bahn einhalte. Diese entgegenwirkende Kraft kann

entweder durch den Druck und Zug realisiert sein, den Fäden, Ketten, Geleise oder Schienen in einer Maschinerie oder ingeniösen Anlage zu bieten vermögen, oder sie kann unsichtbar als eine abstrakte Anziehungskraft durch den Raum hindurch auf die Bewegungen des Körpers einwirken. Das letztere liegt bei den elliptischen Bahnen der Planeten vor. Daher hat man auch mit Recht behauptet, daß die Huyghensschen Gesetze der Zentrifugalkraft ein wertvolles Zwischenglied in der Kette der Entdeckungen gewesen seien, welche die Newtonsche Gravitationslehre vorbereiteten und möglich machten⁴⁷¹.

Huyghens zeigte, daß die Zentrifugalkraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des bewegten Körpers proportional wächst. Sie ist außerdem, wie er zeigte, abhängig von der Stärke der Krümmung der Bahn, und zwar wird sie um so größer, je kleiner der Krümmungsradius der Bahn ist. Dieses letztere Verhältnis ist ein lineares; es handelt sich also um eine einfache umgekehrte Proportionalität. Huyghens leitete dies alles in spekulativer und rechnerischer Weise aus den Prinzipien der Mechanik ab.

Wir haben die Natur der Pendel- und Zentrifugalkraftprobleme etwas deutlicher skizziert, um vollkommen begreiflich zu machen, wo eigentlich die neue Genialität der mechanischen Physiker ihren Sitz haben mußte, die den charakteristischen Anstieg der neuen Wissenschaften herbeizuführen bestimmt war. Mindestens ist es die eine Seite der neuen Forschungsmethoden, und zwar die für den Anfang wichtigere und charakteristischere, die wir uns hiermit vor Augen gestellt haben. Huyghens war, wie wir sagten, eine Mischgestalt; denn er war nicht allein von Galilei, sondern auch von Descartes und Gassendi beeinflusst. Er ist dadurch eine äußerst charakteristische Gestalt seiner Zeit. Ob aber die Beeinflussungen von seiten Descartes' und Gassendis her zu seiner wahren Größe entscheidend beigetragen haben, oder ob sie in deren Art nur ein zufällig begleitendes Zeitmoment ausmachen, oder ob sie ihm vielleicht sogar nachteilig gewesen sein sollten, das wird schwer zu entscheiden sein. Ich meinerseits könnte der hohen Bewertung, die Laßwitz gerade dieser Mischung der Einflüsse in Huyghens zuteil werden läßt, nicht zustimmen. Ich würde mich mehr auf die Seite Eugen Dührings stellen und glauben, daß Huyghens sich seinen berechtigten großen

Ruhm wesentlich durch seine mathematisch-mechanischen Arbeiten verdient hat, zu denen auch ihrem ganzen Charakter nach seine Forschungen über die Natur des Lichtes zu stellen sind, nicht aber durch seine spekulativen Ansichten über die Materie, die Gravitation und den Äther.

Isaak Newton ist 1643 in einem Dorfe der Grafschaft Lincolnshire in England geboren. Er war der Sohn eines kleinen Landwirtes. Mit siebzehn Jahren bezog er die Universität Cambridge. Er studierte die mathematischen Werke der Alten, besonders den Euklid, und von den Neueren hat er damals die mathematischen Schriften des Descartes, die Dioptrik Keplers und die Arithmetik von Wallis (1655) kennengelernt. Wallis beschäftigte sich in diesem Buche viel mit Quadraturen von Flächen und Rauminhaltsberechnungen; darin lagen Anregungen und Ansätze zu der alsbald von Newton und Leibniz zur Höhe zu entwickelnden Infinitesimalrechnung.

Newtons Verdienste liegen außer auf dem Gebiete der Mathematik besonders auf dem der Mechanik, speziell der Himmelsmechanik, und dann noch auf dem Gebiete der Optik.

Newton ist unverheiratet geblieben; eine Nichte führte ihm den Haushalt. Er war fromm und fand Zeit, neben seinen großen mathematischen und naturwissenschaftlichen Arbeiten auch über die Geheimnisse des Buches Daniel zu grübeln. Es gibt einen gewissen Punkt, in dem er auch zwischen seiner Naturanschauung und seinem Gottesglauben bestimmte Beziehungen hergestellt hat. Ein schöner Satz von ihm, der die tiefsinnige Bescheidenheit des echten Forschers ausdrückt, lautet: „Ich weiß nicht, wie ich der Welt erscheine. Mir selbst aber komme ich vor wie ein Knabe, der am Meeresufer spielt und sich damit belustigt, dann und wann einen glatten Kiesel oder eine schönere Muschel als gewöhnlich zu finden, während der große Ozean der Wahrheit unerforscht vor mir liegt“⁴⁷².

Newton starb 1727 im Alter von 85 Jahren.

In der Optik hatte man sich an eine Theorie der Farben im Geiste der modernen Wissenschaft noch nicht herangewagt; nur eine unzulängliche mechanische Hypothese von Descartes lag vor, eine Hypothese ohne rechten Kontakt mit Experiment, Beobachtung und Rechnung, eine Hypo-

these jener schlechten Art, wie wir deren schon mehrere für das Gebiet der Gravitation betrachtet haben. Newton ging an das Problem der Farben in der Weise heran, daß er die Regenbogenskala der Farben bei der prismatischen Lichtbrechung ins Auge faßte und dem Studium unterwarf. Indem er jede einzelne dieser farbigen Strahlenarten besonders untersuchte, stellte er leicht fest, daß jede derselben einen eigenen Brechungskoeffizienten hat. Wenn man z. B. die roten Strahlen durch weitere Prismen gehen läßt, so werden sie dort überall nach anderen Winkelverhältnissen gebrochen, als wenn man das gleiche mit den grünen tut. Das allgemeine Snelliussche Gesetz gilt dabei natürlich für alle diese Farbstrahlenarten; aber es gilt eben für jede Farbe mit einem anderen Koeffizienten. — Es gelang ferner, durch Zusammenführung der Strahlen des zerlegten Lichtes die weiße, farblose, ursprüngliche Qualität des Sonnenlichtes wiederherzustellen. Daß der farbige Anschein, den die natürlichen Körper darbieten, auf diese verschiedenen Strahlenarten zurückzuführen ist, war leicht zu zeigen. Hält man irgendwelche Gegenstände in die roten Strahlen hinein, so erscheinen sie alle rot, selbst das Ultramarin. Im homogenen blauen Lichte erscheinen sie alle blau, selbst der Zinnober. Aus derartigen Experimenten und Erwägungen ergab sich alles das, was uns heute als Quintessenz der Newtonschen Farbenlehre bekannt ist. Newton hat diese Untersuchungen 1666 begonnen; im Jahre 1704 erschien seine Optik⁴⁷³.

Im Zusammenhang hiermit wurde von Newton eine vollkommene Erklärung des Regenbogens am Himmel gegeben. Daß der Regenbogen auf Lichtbrechungsvorgängen (nach der Art der Brechung des Lichtes in Prismen und Linsen) beruht, hatten bereits Descartes und de Dominis auf Grund des Snelliusschen Gesetzes aufgeklärt. Aristoteles hatte die Brechung noch unberücksichtigt gelassen und den Regenbogen auf Spiegelungsvorgänge zurückzuführen gesucht.

Newtons Ansicht über das Wesen des Lichtes im allgemeinen aber gilt heute als falsch. Er vertrat eine Emissionstheorie. Er kannte die ihm entgegenstehende Undulationstheorie des Huyghens, und es scheint, daß er ihr nicht alle Berechtigung abgesprochen hat. Aber die Undulationstheorie war einstweilen noch nicht imstande, die Unterschiede der Farben befriedigend zu erklären. Daher hielt

denn Newton an seiner Emissionstheorie fest, und sie blieb im öffentlichen Denken fast eineinhalb Jahrhunderte lang siegreich. Um mit kurzen Strichen den Ausgang dieses Kampfes zu zeichnen, so sei hier erwähnt, daß die Undulationstheorie in dem Engländer Thomas Young (1773 bis 1829), einen neuen Vertreter fand, aber darum doch noch nicht durchdrang. Young klärte das Wesen der Interferenzerscheinungen auf. Zunächst gilt der Satz: „Wenn zwei Wellen verschiedenen Ursprungs sich in gleicher oder nahezu gleicher Richtung fortpflanzen, so besteht ihre Gesamtwirkung in der Vereinigung der einer jeden entsprechenden Bewegung“⁴⁷⁴.“ Auf der Grundlage dieses Satzes versteht man speziell unter Interferenz das Ausbleiben jeder Lichtwirkung, welches eintritt, wenn zwei Wellen so aufeinanderstoßen, daß sie sich aufheben und eine Zeitlang Bewegungslosigkeit des Lichtäthers eintritt. Diese Phänomene vermochte die Emanationstheorie nicht zu erklären. Aber die befriedigende Erklärung der Farben errang auch Young noch nicht. Dies lag daran, daß Young annahm, wie schon Huyghens angenommen hatte, daß die elastische Schwingung der Lichtwelle eine longitudinale sei, d. h. daß sie in der Richtung des Lichtstrahls hin und her stattfindet. Bei den Wellen des Schalls ist es in der Tat so; die Wellen des Lichtes aber schwingen transversal, d. h. quer zum Lichtstrahl, hin und her. Dies erkannte erst der Franzose Fresnel im Jahre 1820. Auf dieser Grundlage nun gelang es endlich, die Farbenerscheinungen im Zusammenhange mit der Undulationstheorie zu erklären; hiermit fiel der letzte Vorzug der Newtonschen Emissionstheorie hin. Von nun an herrscht die Undulationstheorie. Der Prozeß dieser geschichtlichen Entwicklung wird dadurch etwas komplizierter, daß noch allerlei andere merkwürdige Erscheinungen des Lichts aufzuklären waren, wie die Doppelbrechung im Kalkspat, die Polarisation u. a., um die sich die feindlichen Theorien wetteifernd bemühten, und an denen jeweils die eine oder die andere versagte.

Die Emissionstheorie Newtons hatte in der Annahme bestanden, daß es materielle Lichtteilchen gebe, die von dem leuchtenden Körper mit ungeheurer Geschwindigkeit fortgeschleudert werden. Diese Teilchen können von verschiedener Größe sein, indem sie alle miteinander in einem Lichtstrahl sich fortbewegen. Die kleinsten Teilchen bewirken die

violette Farbe, die größten Teilchen bewirken die rote Farbe. Treffen sie schräg auf eine Glasplatte, so werden sie in verschiedenem Grade aus ihrer Bahn abgelenkt, die kleinsten am meisten, die größeren weniger. Dies sollte auf einer materiellen Anziehung von seiten des Glaskörpers auf die fliegenden Lichtpartikelchen beruhen. Daher die Regenbogenskala der Farben hinter dem Prisma⁴⁷⁵.

Newtons große Leistung in der Himmelsmechanik besteht, wenn man es auf die kürzeste Formel bringt, darin, daß er die Galileische Dynamik so weit fortentwickelt hat, daß er auf ihrer Grundlage die Tatsachen zu erklären und zu konstruieren vermochte, die in den Keplerschen Gesetzen niedergelegt waren. Einen Vermittlerdienst hat ihm dabei Huyghens durch sein Zentrifugalkraftgesetz geliefert. Vielleicht hätte auch ohne Bezugnahme auf dieses Huyghenssche Gesetz das große Werk Newtons geleistet werden können. Es wäre vielleicht möglich gewesen, aus den Tatsachen der Keplerschen Gesetze direkt auf die Natur der sie hervorbringenden Kraft einen Schluß zu ziehen. Auf Grund der Huyghensschen Formeln aber wird die Berechnung der Größe der Sonnenanziehungskraft und ebenso die der Erdanziehung auf den Mond eine völlig zuverlässige. Freilich, die Abstände dieser Himmelskörper voneinander waren damals, anfänglich wenigstens, nicht genau genug bekannt. Daraus hat sich einmal ein Hemmnis im Ideenfortschritt ergeben, wie wir gleich sehen werden.

Nach Huyghens' Formeln konnten aus den Krümmungen der Planetenbahnen und aus den Geschwindigkeiten der Planeten unmittelbar die Zentrifugalkräfte berechnet werden, die an jedem einzelnen Punkt ihrer Bahnen wirksam waren. Diesen Zentrifugalkräften aber mußte eine entgegengerichtete gleich große Attraktionskraft der Sonne entsprechen.

Wir sagen nicht, daß nicht ein durchdringender großer Geist dazu nötig gewesen ist, um diese Konsequenz zu ziehen. Denn warum zog sie nicht Huyghens selbst? Um alle diese Dinge, die hier zueinander in Bezug gesetzt werden mußten, klar und zwingend in ein einziges Blickfeld des wissenschaftlichen Bewußtseins zu bringen, dazu gehörte wahrlich auch eine besondere Art von Phantasie. Aber diese Phantasie brauchte nicht von zufälligen glücklichen Einfällen und Kombinationen zu leben. Sie wurde

durch ganz bestimmte intellektuelle Erfordernisse der überlieferten Problemanlage mobil gemacht. Wir werden versuchen, das System der Grundlinien dieser intellektuellen Erfordernisse auf die kürzeste Weise darzulegen. Wir fassen die Vorgänge in Newton so auf, als ob diese Grundlinien in ihm, sei es von Anfang an oder sei es nach und nach, zum Lichte der vollen Bewußtheit und Deutlichkeit hervorgetreten sein müßten.

Wir werden dabei zweckmäßigerweise mit der eben dargelegten Anknüpfung an Huyghens beginnen. Wir sagten bereits, daß nach der Huyghensschen Formel für die Zentrifugalkraft sich die Sonnenattraktionskraft auf die Planeten aus deren Bahnelementen berechnen läßt. Dieser Teilgedanke der Newtonschen Gesamtleistung liefert zunächst das Gesetz der quadratischen Abnahme der Attraktionskraft mit der Entfernung. Er liefert dann übrigens auch eine Berechnung der Massen der Planeten und der Sonne, wenigstens in ihrem relativen Verhältnis. Allein ein zweites Problem erhebt sogleich sein Haupt. Ist diese Kraft, welche die Planeten in ihrer Bahn erhält, ihrem Wesen nach identisch mit der, welche die Körper auf unserer Erde fallen macht? Und ist sie ferner gleichartig mit der, welche den Mond in seinem Umschwung um die Erde festhält? Die Beantwortung dieser Frage nahm Newton sehr ernst. Es handelte sich bei der ganzen Sache für ihn nicht allein um einen Einfall, wie man es sich gemäß der Erzählung denken könnte, daß Newton einen Apfel fallen sah und dabei auf die Idee zu seinen Entdeckungen geraten sei. Er verlangte den rechnerischen Beweis für die Identität der Kräfte der irdischen Fallbewegung und der Mondbewegung. Derselbe mißglückte ihm im Jahre 1666 und gelang ihm im Jahre 1682.

Ein dritter Schritt war es dann, die allgemeine Massenanziehung zu behaupten, welche nun fortan für jedes beliebige Teilchen ponderabler Materie gegenüber jedem andern Teilchen im ganzen Weltraume gelten sollte. Diese Konsequenz zu ziehen, war nach dem Vorangegangenen keine besondere mühevollle Gedankenleistung mehr; aber an diesen Gedanken sich zu gewöhnen und diese Anschauung mit allen ihren Konsequenzen nach der einen Seite hinzunehmen und zugleich die Rückfrage nach andern Seiten hin auf sich beruhen zu lassen, das bedeutete philosophisch außerordentlich viel. Denn hiermit hängt das ganze Problem

der *actio in distans* zusammen, dem Descartes, Gassendi und Huyghens sich nicht so gegenüberzustellen vermocht hatten, wie es nunmehr geschah, und ferner eine ebenso mystische wie großartig klare Anschauung von der Verflochtenheit aller Dinge im Raume. Diese gewaltige Zusammenhangsidee kann als ein wichtiges Symbol der gesamten neueren Philosophie und Weltanschauung angesprochen werden und rivalisiert in dieser ihrer Bedeutung mit dem Werk des Kopernikus. Die Renaissance hatte einen solchen allgemeinen Zusammenhang im Kosmos dunkel geahnt, als sie die eindrucksvolle Formel schuf: *In omnibus partibus relucet totum*. Jetzt wurde durch Newtons allgemeine Gravitationsanschauung eine mathematisch präzise Erfüllung dieses Gedankens — wenn auch zunächst nur für eine gewisse Seite des Naturganzen — antizipiert. Wir sagen: antizipiert. Denn ausrechnen kann diese gegenseitige Abhängigkeit aller gravitierenden Teile des Alls voneinander niemand. Der Gedanke aber, daß ein solcher absolut klarer und bestimmter Rechnungszusammenhang besteht, wurde fortan zum Gemeingut aller Philosophie und Wissenschaft. In veränderter Form finden wir den gleichen Gedanken in Berkeleys Metaphysik, freilich sehr viel dunkler und zugleich sehr viel allgemeiner gefaßt, und dann, wieder anders eingekleidet und verbrämt, in Kants Gedanken von der apriorischen geistigen Erzeugbarkeit des allgemeinen Rahmens der Naturrealität, welcher Rahmen (wenn wir es bildlich so ausdrücken dürfen) allererst den Begriff der Naturexistenz tragen soll.

Wenn wir in unserer sachlichen Entwicklung des Gehaltes des Newtonschen Werkes nach der Feststellung der genannten drei Hauptpunkte weiterschreiten, so wäre nun als ein vierter die Aufgabe zu nennen, der er sich unterzog, die Keplerschen Gesetze aus den gewonnenen allgemeinen Überzeugungen abzuleiten. Daß dies nun möglich sein mußte, verstand sich wohl jetzt von selbst; aber die Art, in der es durchgeführt worden ist, müssen wir als etwas Besonderes würdigen und über ihren methodischen Sinn uns klar werden. Die theoretischen Anschauungen über die Natur der Himmelsbewegungen wären zwar — nach den bereits gekennzeichneten ersten drei Schritten Newtons — auch ohne diese Ableitung der Keplerschen Gesetze hinreichend gesichert gewesen. In gewissem Sinne

könnte man daher die vierte Leistung in dieser Reihe ein Superfluum nennen, sie war so etwas wie eine Rechenprobe. Wir könnten uns hier auch der Galileischen Lehre von der resolutiven und der kompositiven Methode erinnern. Durch Analyse der Tatsachen war man zu den Kräften und Prinzipien gelangt, aus denen diese Tatsachen erklärt werden können. Offenbar war es der kompositive Teil der Methode, der nun noch zu vollbringen war und dem Newton nunmehr sich zuwendete. Bei den Fall- und Wurfproblemen Galileis hatte es allerdings kaum irgendwie nennenswerte Anstrengungen des Denkens gekostet, die kompositive Arbeit zu leisten, sobald die resolutive richtig vollzogen worden war. Jetzt aber, bei Newtons Aufgabe, hatte die kompositive Arbeit ihre besonderen Schwierigkeiten. Auf seiten des mathematischen Apparats findet dieser Umstand sein Gegenstück darin, daß die Integrationsaufgaben oft viel schwerer zu bewältigen sind als die Aufstellungen von Differentialgleichungen, — obwohl man äußerlich und schematisch sagen kann, daß die Integralrechnung der Idee nach zunächst nichts als die Umkehrung der Differentialrechnung ist.

Es tritt bei dieser Aufgabe, die (in kurzem Ausdruck) so viel bedeutet, wie die Keplerschen Gesetze abzuleiten, noch ein anderes Motiv zutage: nämlich die Freude des Mathematikers, den besonderen Fall aus allgemeinen Möglichkeiten heraus zu begreifen. Es genügte nämlich Newton nicht, die Bewegungen des Planetensystems abzuleiten, sondern er fragte sich sogleich in einer ganz allgemeinen Weise, was für Bewegungsbahnen überhaupt auf Grund des Gravitationsgesetzes irgendwann und irgendwo einmal bewirkt werden könnten. Und er erkannte, daß dies, solange es sich um nur zwei Körper handelt, immer Kegelschnittbahnen sein müßten. Also auch hyperbolische Bahnen sind für den Mathematiker neben den elliptischen hier möglich. Ja Newton ging noch weiter, indem er gelegentlich auch auf die Möglichkeiten hinüberblickte, die sich bei andersgearteten Kräften als den Gravitationskräften ergeben könnten. Auf diese Weise strebte er als Mathematiker nach Allgemeinheit, soweit sie fürs erste erreichbar war. Hieraus folgte dann weiter, daß von ihm jener Versuch gemacht wurde, auf den Paul Volkmann so energisch hinweist, das System der Mechanik in mehreren Stockwerken zu errich-

ten, nämlich zunächst ein allgemeines breites Fundament zu legen, das auch für eine andere Ordnung der Dinge und für andere Kraftgesetze als die der Gravitation brauchbar wäre, und dann erst die Gravitationsmechanik als einen besonderen Fall zu erledigen, sie als ein höheres Stockwerk gleichsam darüber zu setzen. Diese Sonderung der allgemeinen Mechanik von der Gravitationsmechanik ist ihm freilich nur im Ansatz gelungen; über ihre konkrete Durchführung ist man noch heute verschiedener Meinung.

Wir beschließen diese überschlägliche Analyse des Newtonschen Gesamtwerkes, indem wir an die vier bisher genannten Hauptschritte noch zu fünft die Schöpfung der Infinitesimalrechnung anreihen. Man kann sie zwar zeitlich von der Bewältigung der soeben zu viert genannten Aufgabe nicht trennen; sie ist auch kein Teil der Himmelsmechanik als solcher und brauchte insofern hier nicht besonders genannt zu werden. Aber wenn wir nicht die Himmelsmechanik allein, sondern die ganze geistige Leistung und Schöpfung Newtons ins Auge fassen, so dürfen wir gleichwohl die Infinitesimalrechnung in diesem Zusammenhange besonders nennen. Sie wurde als Mittel für den Zweck der Deduktion der Keplerschen Gesetze erschaffen. Sie hätte zwar auch ohne den Ansporn dieser astronomischen Probleme eines Tages erschaffen werden müssen. Vieles hatte sie vorbereitet; wir vermochten das schon bei Galilei, Kepler und Huyghens zu zeigen. Aber die fertige und bewußte Schöpfung dieser Disziplin, als ein Ganzes, datiert doch erst seit Newtons Himmelsmechanik.

Wenn wir von Teilideen des Newtonschen Gesamtwerkes gesprochen haben, so haben wir betont, daß es sich für uns um eine sachliche, nicht um eine historisch-psychologische Auseinanderlegung handelte. In historisch-psychologischer Hinsicht ist es immerhin möglich, daß die Teilideen, von denen wir sprachen, nicht überall in genau der Reihenfolge in Newton aufgetreten sind, die wir angegeben haben. Newton war mannigfach beeinflusst von verschiedenen andern Denkern, die bereits von verschiedenen Seiten her sich dem ihm vom Schicksal vorbehaltenen Problemgebiet genähert hatten. Wir werden das jetzt etwas mehr im einzelnen zu betrachten haben.

Zu erwähnen ist zunächst eine merkwürdige Darlegung aus dem Altertum, die wir bei Plutarch finden. Es wird dort

von der Möglichkeit gesprochen, daß der Mond gegen die Erde fiel. Eugen Dühring sagt mit Recht, daß sich derartige vage Ideen nicht mit den bestimmten und schon einigermaßen geklärten Begriffen auf eine Stufe stellen lassen, die sich um 1600 und 1700 ausbildeten. Die Umlaufsbewegung eines Gestirns denken, heiße allerdings in einer vagen Art schon so viel, sagt Dühring⁴⁷⁶, wie die Tendenz zum Zentrum mitvorstellen. „Indem man die Bewegungsbahn um ein Zentrum denkt, stellt man sich unwillkürlich vor, daß eben dieses Zentrum den maßgebendsten Beziehungspunkt für die Wendungen in jedem Teil des Weges bilde, und es ist nur ein sehr geringer, sich fast von selbst ergebender Schritt, auch den Grund, d. h. die reale Ursache, und, spezieller ausgedrückt, die Kraft als in der Richtung auf den Mittelpunkt tätig vorauszusetzen.“ In einer solchen Phantasierichtung bewegen sich nun auch die Äußerungen bei Plutarch, jedoch in vager Weise. Es wird nämlich die Vergleichung mit der Schleuder gemacht, bei der etwas Forttreißendes in der Bewegung liege; auch der Mond würde so durch seine eigene Bewegung fortgerissen, und daher dürfe man sich nicht wundern, daß er nicht fiel. Wenn er unbewegt wäre und alsdann nicht gegen die Erde herabfiel, dann würde man allerdings Anlaß zur Verwunderung haben. Dies ist die Erwägung, die Plutarch mitteilt. Sie ist für die damalige Zeit immerhin beachtenswert.

Erwähnung finden möge hier alsdann die Ansicht des Kopernikus über die Schwere. Er sagt: „Ich bin der Ansicht, daß die Schwere nichts anderes sei als eine Art den Teilen beigegebenes . . . natürliches Bestreben, sich zu einem einheitlichen Ganzen in Kugelgestalt zu formieren; und es ist zu glauben, daß diese Affektion auch der Sonne, dem Monde und den übrigen Planeten zukomme und dieselben hierdurch in ihrer runden Gestalt verbleiben⁴⁷⁷.“

Über den Einfluß des Studiums des Magnetismus von seiten Gilberts und über die ersten hierdurch angeregten, unzulänglichen Ideen bei Kepler und Descartes ist schon an früherer Stelle von uns gesprochen worden. Wir fügen hier eine Bemerkung von Eugen Dühring ein, wonach der tiefste Grund dafür, daß Kepler nicht zur richtigen vollen Lösung gelangt sei, darin gelegen habe, daß die Errungenschaften des Galilei für ihn so gut wie nicht vorhanden

gewesen seien. Sie wurden ja im wesentlichen erst nach Keplers Tode publiziert. Daher sei es erst Newton möglich gewesen, die beiden starken geistigen Ströme zu verbinden, die zur Vollendung des mechanisch-astronomischen Erkenntnissystems notwendig waren, nämlich den Strom der Keplerschen Himmelsforschung und den der Galileischen Begründung der irdischen Mechanik⁴⁷⁸.

Die Synthese beider Ideenströme lag damals auch anderen Männern schon nahe, und wir haben daher als Vorläufer und Anreger Newtons noch Borelli und Hooke zu nennen. Der Italiener Giovanni Alfonso Borelli (1608—1691) war besonders hervorragend durch seine physikalischen und physiologischen Studien am menschlichen Körper, die er im Geiste Galileis und als Lehrer Malpighis getrieben hat. Dieser Borelli ließ 1666 eine Schrift über die Jupitertrabanten erscheinen, in der er die Möglichkeit der Umläufe solcher Trabanten um einen Zentralkörper aus dem Gleichgewicht zweier Kräfte begründet, nämlich erstens der Kraft, die die Trabanten zum Zentralkörper hintreibt, mit dem sie sich vereinigen möchten, und zweitens dem aus der Kreisbewegung folgenden Bestreben (*impetus*), sich vom Zentrum zu entfernen. Dies war bei ihm jedoch nur eine Spekulation, nicht etwa eine Berechnung. — Der Engländer Robert Hooke (1635—1703) entwickelte den gleichen Gedanken in allgemeinerer Form und bereits etwas schärfer. Er veröffentlichte 1674 die Schrift „An Attempt to prove the motion of the earth“. Darin sagt er: „Ich werde ein Weltsystem entwickeln, das in jeder Beziehung mit den bekannten Regeln der Mechanik übereinstimmt. Dieses System beruht auf drei Annahmen: erstens, daß alle Himmelskörper ohne Ausnahme eine gegen ihren Mittelpunkt gerichtete Anziehung oder Schwerkraft besitzen, wodurch sie nicht bloß ihre eigenen Teile, sondern auch alle innerhalb ihrer Wirkungssphäre befindlichen Himmelskörper anziehen. Die zweite Voraussetzung ist die, daß alle Körper, die in eine geradlinige oder gleichförmige Bewegung versetzt werden, sich so lange in gerader Linie fortbewegen, bis sie durch irgendeine Kraft abgelenkt und in die Bahn gezwungen werden, die einem Kreise, einer Ellipse oder einer anderen, nicht so einfachen krummen Linie entspricht. Nach der dritten Annahme sind die anziehenden Kräfte um so stärker, je näher ihrem Sitze der Körper ist, auf den sie wirken. Wel-

ches die verschiedenen Grade der Anziehung sind, habe ich noch nicht durch Versuche feststellen können. Aber es ist dies ein Gedanke, der, wenn er weiter verfolgt wird, den Astronomen in den Stand setzen muß, alle Bewegungen der Himmelskörper nach einem gewissen Gesetze zu bestimmen." Hooke wünscht, daß jemand anderer diesen Gedanken weiter verfolgen möge, da er selbst zu sehr durch andere Dinge in Anspruch genommen sei⁴⁷⁹. Übrigens fand Hooke selbst einige Zeit später das Gesetz der quadratischen Abnahme der Anziehungskraft. Er gelangte zu dieser richtigen Auffassung im Zusammenhang mit der Vorstellung, daß die Gravitation sich strahlenartig ausbreite. Er versuchte dann sogar, die Abnahme der Gravitation empirisch nachzuweisen, indem er Gewichte in verschiedener Höhenlage einer sehr sorgfältigen experimentellen Prüfung unterzog, wobei er einen Turm der Westminster-Abtei benutzte. Die Versuche blieben resultatlos⁴⁸⁰.

Unterdessen hatte wahrscheinlich Newton bereits ebenfalls auf eigene Hand jene gleichen Ideen zu durchdenken angefangen, die eben damals vielleicht nicht gerade in der Luft lagen, aber doch zur Reifung durch die Zeit bestimmt waren. Seinen eigenen Aussagen nach muß er im Jahre 1666 die ersten bestimmten Gedanken in der Richtung auf seine Gravitationstheorie sich gemacht haben. Er war damals dreiundzwanzig Jahre alt. Er hat erklärt, daß er die Abnahme der Gravitation im Verhältnis des Quadrates der Entfernung aus den Keplerschen Gesetzen erschlossen habe⁴⁸¹. Eugen Dühning nimmt an, daß dieser Schluß Newtons auf die Größe der Gravitationskraft seinen Weg über die Huyghenssche Zentrifugalkraftformeln genommen haben müsse. Newton erwähnt, in seiner ihm selbstverständlichen großen Ehrlichkeit, daß Hooke, Wren und Halley eben dasselbe Gesetz über die quadratische Abnahme auch ihrerseits selbständig gefunden hätten⁴⁸².

Im Anschluß hieran mußte nun der zweite Schritt geschehen; es mußte untersucht werden, ob diese Gravitationskraft, die sich etwa aus den Daten der Mondbahn als dort wirksam ergab, mit der terrestrischen Schwerkraft Galileis als identisch befunden werden könnte. Dieser Nachweis mißlang zunächst. Newton mußte nämlich gewisse absolute Zahlenwerte astronomischer Größen seiner Betrachtung zugrunde legen, die damals noch nicht recht feststanden.

Man wußte freilich, daß der Mond sechzig Erdbahnradien von der Erde entfernt ist, und die Genauigkeit dieser Zahl genügte. Aber man kannte den absoluten Wert des Erdbahnradius selbst nicht genau genug. Die Kenntnis dieser Zahl hing von geodätischen Messungen ab, und dies Problem pflegte man auf die Frage nach dem Abstände zweier Breitengrade auf der Erdoberfläche voneinander zu reduzieren. Newton konnte sich mit dem relativen Werte des Mondabstandes nicht begnügen, weil er aus der absoluten Größe der Mondbahn die absolute zentripetale Beschleunigung errechnen mußte, die der Mond pro Sekunde erfährt. Im Jahre 1666 scheiterte also diese Berechnung, weil Newton den Abstand zweier irdischer Breitengrade voneinander auf Grund älterer Angaben um ein Siebtel zu niedrig schätzte. Newton kannte die 1617 von Snellius ausgeführte Messung noch nicht, mit der er schon ganz gute Resultate hätte gewinnen können. Nun aber ergab sich ihm ein gewisses Nicht-Zusammenstimmen der Resultate. Obwohl dasselbe verhältnismäßig gering war, etwa $= 13\frac{1}{2} : 15$, so ließ doch Newton die Hoffnung sinken. Er meinte, die Gravitation sei wohl nur zum Teil im Spiele, und das übrige werde auf eine Wirbelbewegung zurückzuführen sein⁴⁸³. Als aber einige Jahre später der Franzose Picard seine neue exaktere Erd-Breitengrad-Messung veranstaltet und veröffentlicht (1671) und Newton davon Kenntnis erhalten hatte (1682), ging Newton von neuem an die Durchrechnung des alten Ansatzes. Jetzt ergab sich vollkommene Übereinstimmung der terrestrischen Gravitation mit der astronomischen. Newton ergriff eine solche Erregung, daß er einen Freund bitten mußte, die Rechnung zu Ende zu führen⁴⁸⁴.

Bei der Vereinigung des Stromes der Keplerschen mit der Galileischen Überlieferung ist noch folgendes zu beachten. Kepler zeigt uns Ellipsen; Galilei zeigt uns die parabolische Bewegung. Darin liegt ein besonderes kleines Problem und ein besonderer Anreiz für die Phantasie und Gedankenkraft in der Epoche der Newtonschen Entdeckung. Die mathematische Verwandtschaft der beiden Figuren ließ wohl hoffen, daß diese Schwierigkeit nicht unüberwindlich sein werde. Wir wissen heute, daß der Unterschied darauf beruht, daß im Falle der Planetenbewegung die Wirkung der Anziehungskraft sich von Punkt zu Punkt ändert; es tritt

„eine zweite Variabilität“ ein⁴⁸⁵. „Die Vernachlässigung dieser zweiten Variabilität macht die Formel“ (für die terristische Wurfbewegung) „sehr einfach“, sie bewirkt, daß die Ellipse in den Spezialfall der Parabel übergeht. Eugen Dühning sucht diese Verhältnisse unserer Anschauung näherzubringen, indem er den Begriff des Fallens für kosmische Verhältnisse folgendermaßen erweitert: „Die Bewegungsveränderungen im Planetensystem“, sagt er, „sind . . . nur besondere Gestaltungen des Falles aus kosmischen Höhen, verbunden mit einer seitlichen Geschwindigkeit, welche diesem Fallen nur einen bestimmten Spielraum gestattet und eine gleichsam pendulierende Reproduktion von Fallen und Aufsteigen verursacht.“

Ob Newton selbst die Sache auch so angesehen hat, ist nicht ohne weiteres zu erweisen, doch ist es innerlich wahrscheinlich, daß ihm auch diese Auffassung möglich war. Seine Darlegung in den Prinzipien nimmt einen anderen Weg. Sie stützt sich darauf, daß bei der Galileischen Theorie des Wurfes die Richtung der Schwerkraft immer die gleiche bleibt; obwohl das Erdzentrum, genau genommen, in divergierenden Radien auf einen geworfenen Körper einwirkt, so pflegen wir die Sache mit Galilei doch stets so zu betrachten, als ob alle zur Erde den seitwärts geworfenen Stein herabziehenden Kraftimpulse einander parallel wären. Dies ändert sich nun, wenn etwa ein wagrecht fortgeschleudertes Geschloß so rasch und so weit fliegt, daß die Anziehung der Erde ihren Winkel deutlich ändern muß und vielleicht gerade nur mit dem Abbiegen der Kugeloberfläche der Erde nach unten gleichen Schritt hält. Bei so weiten Distanzen muß man die radialen Divergenzen der Schwerkraft beachten. Die Erläuterung des Übergangs von einem gewöhnlichen kurzen Wurf zu jenem weiten und schnellen Wurf, der die abgeschossene Kugel zwingen würde, um den ganzen Erdball herumzulaufen, weil sie gleichsam nicht schnell genug fallen kann, findet sich bei Newton selbst⁴⁸⁶. Es ist dies übrigens ein besonders hübsches Beispiel für jene von Galilei so wohl gepflegte Methode der Kontinuitätsbetrachtungen⁴⁸⁷. Wenn ein scherzhaft drastischer Ausdruck erlaubt ist, könnte man sagen: der Mond fällt fortwährend, aber er kommt niemals zum Ziel, weil die Erde rund ist.

Nach diesen Erfolgen an Erkenntnis war es, wie wir be-

reits oben sagten, kein weiter Weg mehr, die Gravitation für jedes kleinste Teilchen Materie in gleicher Weise zu behaupten. Daß die Planeten von der Sonne durch die gleiche Kraft angezogen werden, welche den Mond um die Erde führt, und daß ebendieselbe Kraft auch die Jupitertrabanten um den Jupiter herumzulaufen zwingt, das alles lag jetzt sehr nahe, und der zahlenmäßige Beweis dafür machte keine Mühe mehr; umgekehrt konnte sogar diese Annahme dazu benutzt werden, um die Massen aller Gestirne des Sonnensystems zu berechnen, deren Größe beim Vergleich aller dieser Verhältnisse nun wichtig wird. Solange es sich nur um die Erde und die auf ihr fallenden Steine und den Mond handelte, war das Gewicht der Erde für die Rechnungen nicht in Betracht gekommen.

Daß in diesem Augenblick der Unterschied zwischen dem Begriff des Gewichts und dem Begriff der Masse deutlich hervortreten mußte, liegt nahe. Der Druck, den ein Stein auf seine Unterlage ausüben würde, die vielleicht etwas weich ist und daher vielleicht ein wenig durch diesen Druck deformiert würde, wäre verschieden, je nachdem dies auf dem Monde oder auf der Erde ausprobiert würde. Denn der Mond würde ebendenselben Stein mit schwächerer Kraft anziehen. Da diese Verschiedenheit nun zwischen allen gravitierenden Massen bestehen muß, so hört der Begriff des Gewichts hier auf, seine durchgängige Brauchbarkeit als Konstante zu behalten; an seiner Stelle aber bleibt doch etwas bestehen, was einem bestimmten Stein immer anhaftet, wo sich derselbe auch befinden mag, und dies nennt man nun seine Masse. Das Gewicht aber leitet sich aus der Masse nach der Formel ab: $p = gm$, wobei g die je nach Ort und Gestirn wechselnde Attraktion oder der ihr entsprechende Beschleunigungsantrieb ist. „So kann man denn sagen, es sei der Begriff des Gewichts . . . wesentlich erst durch eine andere anziehende Masse gegeben, und der Körper habe das Gewicht nicht aus sich selbst, sondern durch die an ihm wirkende Kraft eines anderen Körpers⁴⁸⁸.“

Obwohl die Masse aus den Gewichten berechnet werden muß, so ist doch ihr Begriff etwas Selbständiges. Eugen Dühring und andere stehen hier — entgegen Ernst Mach auf dem Newtonschen Standpunkt, die Masse zunächst ganz einfach als Quantität der Materie aufzufassen, als Vielheit von irgendeinem Etwas, womit die Mechanik a priori als

dem Gegenstande, an dem die Bewegungen vor sich gehen, operieren muß. Dühring drückt das so aus: „Der Begriff der Quantität der Materie ist . . . von der Vorstellung ganz unabhängig, die man sich von der Materie selbst machen möge; denn man kann dasselbe Etwas noch einmal und überhaupt vervielfältigt oder gehäuft denken und auf diese Weise es selbst samt seinen Konsequenzen multiplizieren, ohne sich um die genauere Verfassung dieses Etwas zu kümmern. . . Hierdurch ist klar, daß der Begriff der Masse oder Quantität der Materie etwas durchaus Selbständiges ist und nicht etwa erst aus der Mechanik selbst als korrelativ zu den Krafterscheinungen konzipiert wird. Bestimmt werden die Massen allerdings aus den Kräften oder vielmehr aus deren Erscheinungen, wo kein anderer unmittelbarer Schluß möglich ist; gefaßt wird aber der Begriff der Masse schon vorher, und es würde auch ohne diese vorgängige Konzeption jene Bestimmung gar nicht denkbar sein⁴⁸⁹.“

Wichtiger als diese Frage über den Begriff der Masse, über den man heute noch immer streitet, ist die Konsequenz, die sich an alles dies fast wie von selbst anschließt, daß nämlich jedes noch so kleine Teilchen Masse die Gravitation erfahren und sie auch ausüben kann. Es ergibt sich dies letztere aus dem Prinzip der Aktion und Reaktion, das Newton formuliert hat. Es wäre sehr interessant zu erfahren, in welchem Zusammenhange Newton dieses Prinzip zuerst konzipiert haben mag; wir wissen es aber nicht. Absolut inhaltlich neu ist dies Prinzip nicht; es kam nur darauf an, es sich deutlich und bewußt in seiner Allgemeinheit vor die Seele zu stellen und es zu formulieren. Vielleicht ist dies bei Newton gerade zu dem Zeitpunkte und in dem Zusammenhange geschehen, den wir jetzt im Auge haben. Man kann nämlich dem Schlusse gar nicht enttrinnen, in bezug auf die Gravitation prinzipiell jedes Sandkörnchen mit jedem Stern gleichzustellen⁴⁹⁰, und daraus würde sich dann ein volles bewußtes Ergreifen des Prinzips der Aktion und Reaktion ergeben. Daher wird denn auch der Anschauung des Kopernikus, daß die Schwere etwas sei, was dahin führe, daß jeder Himmelskörper sich in Kugelform zusammenklumpe, in dieser abschließenden Theorie, die Newton jetzt schuf, ihr Recht verschafft. Der experimentelle Beweis, daß wirklich eine massive Kugel, im Laboratorium einem feinfühli-

gen Instrument gegenübergestellt, an demselben eine Gravitationswirkung hervorbringen kann, gelang erst einer späteren Zeit.

Die allgemeine Anschauung vom Wesen der Gravitation, die sich in Newton auf Grund der außerordentlichen Funde, die ihm beschieden gewesen waren, jetzt bilden mußte, zwang ihn zur Tiefe und zu einer gewissen großartigen spekulativen Entschlossenheit. Eine solche Tiefe glauben wir in der Großartigkeit des Bildes von dem fast unendlichen Gewirr von Relationen zu finden, die jeden materiellen Punkt im ganzen Weltall mit jedem andern verbinden. Eine besondere Entschlossenheit aber glauben wir Newton hinsichtlich des Verharrens bei dem Entdeckten und bei der Fernhaltung aller unauflöselichen Rückfragen zuschreiben zu sollen. Denn alle Descartesschen und Huyghensschen Wirbelhypothesen mußten jetzt in Fortfall kommen, und es zeigte sich keine Möglichkeit, etwas anderes an ihre Stelle zu setzen. Wie sollte es auch? Kann man es wagen, sich für jedes materielle Atom eine Wirbelwelt auszudenken, die ihm seine Gravitationswirkungen verschafft, und wäre es möglich, alle diese Wirbelwelten miteinander in geordnete Verbindung zu setzen? Mithin war eine Art von metaphysischem Dynamismus, wie er sich in den auf Newton folgenden Zeiten entwickelte, jetzt die unausweichliche Vorstellungsart. Aber Newton sprach sich nicht bestimmt in dieser Richtung aus. Mit dieser Zurückhaltung bestärkte Newton das neue methodische Ideal der Zurückhaltung in den Wissenschaften, von dem wir schon gesprochen haben und auf das wir noch zurückkommen werden: „*Hypotheses non fingo*“.

Dies alles setzte gewiß einen großen Geist voraus. Aber man darf zugleich auch sagen: Dieser Mann wurde durch seine ersten Erfolge zur Größe gezwungen. Das Schicksal, das ihm diese Aufgabe in die Hände legte, formte ihn selbst durch die Arbeit an diesen Aufgaben. Denn wer hätte es sonst wagen können, solche Konsequenzen in bezug auf den Zusammenhang aller Dinge und in bezug auf die Behauptung rätselvoller Grundtatsachen aller Materie zu ziehen, wenn er nicht dazu durch die exaktesten Berechnungen ermächtigt und genötigt worden wäre? Auch frühere Zeiten haben sich eine Idee von Anziehungskräften gebildet, aber niemand hatte es gewagt, dabei an so weitgehende Konsequenzen zu denken. Man sprach ganz schlicht von einer gewissen Wir-

kungssphäre solcher Kräfte, und man wird auf unbestimmte Art sich vorgestellt haben, daß die Anziehungskraft irgendeines Magneten, irgendeines Stücks Bernstein und ebenso die der Erde an irgendeiner Stelle des Raumes endgültig aufzuheben bestimmt sei. Hiergegen mag in den mathematisch tiefer beeinflussten Geistern der neuen Zeit die Kontinuitäts-idee insgeheim rebelliert haben und ebendeshalb mögen viele von dem Gedanken an Kräfte wieder abgedrängt worden sein und zu dem stumpfen Mechanismus der bloßen Nahwirkungen durch Druck und Stoß ihre Zuflucht genommen haben. Die Bestimmtheit der Newtonschen Entdeckungen stärkte Mut und Konsequenz für das Unfaßbare, im Einzelnen nie Durchzudenkende, und so brachte sie eine neue Denkungsart in diesen nicht nur intellektuellen, sondern auch gefühlsmäßigen Tendenzen der Weltanschauung hervor.

Wir dürfen ruhig behaupten, obwohl Newton sich hütete, es zu sagen, daß mit Newtons Gravitation wiederum der Materie eine okkulte Qualität verliehen war, sogar eine Qualität, die an Okkultheit, ja geradezu an Gespenstigkeit, alles übertrifft, was die Scholastik je der Materie anzudichten pflegte. Denn jedes materielle Stäubchen steht jetzt in potenzieller oder aktueller Relation zu aller übrigen Materie der ganzen Welt. Überhaupt ist es merkwürdig, was die neue wissenschaftliche Bewegung an geschichtlicher Dialektik, nämlich an Rückgriffen auf die ehemals abgestoßenen und verketzerten älteren Vorstellungen erleben mußte. Man hatte die korrumpiert-Aristotelische Vorstellung überwunden, daß eine bloße Stelle des Raumes auf einen Körper einen kausalen Einfluß ausüben könnte, so daß er zu ihr hinzukommen oder sich von ihr zu entfernen habe. Aber es ist nichtsdestoweniger später der Tag gekommen, an dem man wieder von einer „Energie der Lage“ zu sprechen begann. Man hatte den Aristotelischen Gegensatz von *potentia* und *actus* zu überwinden geglaubt, aber es kam dann später doch wieder dahin, daß man von „potenzieller und kinetischer Energie“ zu reden begann. Sicherlich sind die neuen Anwendungen jener alten schematischen Gedankenformen nicht den älteren gleichzusetzen. Es bleibt wohl ein großer Unterschied zwischen den neueren und den älteren Vorstellungen, auch wo man sich der gleichen Worte bedient. Bei den modernen Anwendungen jener älteren Termini bezieht man sich auf zahlenmäßig fixierte und nachprüfbare Tatsachen, während

die älteren Anwendungen gleichsam nur spekulativ in die Luft hinein gebaut waren. Eben darum sprechen wir auch nicht von einer Rückkehr zum Alten, sondern von einer Dialektik der Entwicklung. Man unterschätze nämlich andererseits auch nicht den Gehalt dieser schematischen Gedankenformen und das Bleibende in ihnen, dessen die Neuzeit ebenso wie das Altertum bedarf. Es handelt sich bei ihnen um mehr als Worte.

Der von uns gebrauchte, etwas kühne und freie Ausdruck: die Gravitation ist eine okkulte Qualität der Materie, hat niemals eine konventionelle Geltung gewonnen. Auch Newton vermied es, dies zu sagen. Er tat klug daran. Denn er hätte mit solchem Ausdruck nur einen Streit heraufbeschworen, der im Hinblick auf die echten Motive seiner Forschung und im Hinblick auf die gesunden Hoffnungen der neuen Wissenschaft ganz unfruchtbar gewesen wäre. Es war damals und ist wohl auch heute unmöglich, irgendeinen Schritt vorwärts zu kommen, sobald man die Debatte über okkulte oder nicht okkulte Qualitäten der Materie eröffnen würde. Daher schweigt man darüber. Aber dies Schweigen ist doch zum Teil ein gezwungenes, erkünsteltes. Es entstand eben darum in Newton und in allen, welche ihm folgten, jene wunderbare Haltung des wissenschaftlichen Geistes, welche sich mit der Haltung des auf dem Wasser schreitenden Petrus — wenn er glaubensstärker gewesen wäre, als er es war — vergleichen ließe. Denn der moderne Forscher blickt nur auf seine Methode, die ihn forträgt; er läßt sich von ihr tragen, ohne nach metaphysischen und erkenntnistheoretischen Rücksicherungen allzuviel zu fragen. Er verlangt nicht nach dem festen Punkte, auf dem er stehen und von dem aus er die Welt aus den Angeln heben könnte. Sondern es ist, als ob er den Mut hätte, mitten in die Luft hinein oder auf den Wellen des Wassers zu schreiten. Der Grund und Boden, der ihn und sein Denken trägt, ist ein Geheimnis, und er weiß dies. Es schien mir wichtig, dies an dieser Stelle zu sagen. Denn ohne daß dies voll verstanden würde, wäre eine Verständigung zwischen den Philosophen und den heutigen Naturforschern nicht möglich. Eine solche Verständigung aber muß vom Philosophen ausgehen. Wir können nicht verkennen, daß die modernen Naturforscher sich um Philosophisches oft recht wenig kümmern, ja sogar, daß sie sich dagegen mitunter gering-

schätzig gebärdet und in ihren eigenen Arbeiten die philosophischen Teile ihrer Ausführungen oft mit unverkennlicher Nachlässigkeit erledigt haben und daß dennoch ihre Erfolge als Naturforscher darunter nicht zu leiden brauchten. Dieser Situation gegenüber muß ein Verständnis gewonnen werden. Damit würde zugleich ein Verständnis für das Gesunde und Notwendige am Geiste des modernen, besonnenen, methodologischen Positivismus der Spezialwissenschaften gewonnen werden. Ich sage nicht, daß der Philosoph auf diesen Boden des Naturforschers hinübertreten soll; aber er soll dies alles aus der Tiefe der relativen intellektuellen Nötigkeiten verstehen lernen.

Die spätere Kantische Unterscheidung zwischen kritischem und dogmatischem Philosophieren könnte ihren Boden bereits im inneren Erlebnis des Newtonschen Systems gehabt haben. Um dieser geschichtlichen Zusammenhänge willen, die auch von anderen schon längst gesehen worden sind, ist es wünschenswert, daß die modernen Darstellungen der Geschichte der Philosophie die Quellen gewisser Ideen im Schaffen der Naturforscher so deutlich und ausführlich wie möglich aufdecken. Die von uns gegebenen Darlegungen haben dies zu leisten versucht. Es würde unratsam sein, wenn eine philosophiegeschichtliche Darstellung an jenen großen Naturforschern nur in der Art vorüberginge, als ob es sich darum handelte, die philosophischen Fransen ihres Denkens abzuschneiden, ohne sich um die tieferen Brennpunkte ihres eigentlichen Schaffens zu kümmern.

Wir kehren nun zur Himmelsmechanik zurück, und fassen den Übergang vom dritten zum vierten und fünften großen Teile der Newtonschen Leistung ins Auge. Wir werden uns hier kürzer fassen können.

Es kann nicht zweifelhaft sein, daß Newton sich eine vollkommene Überzeugung verschafft haben wird, daß die elliptischen Planetenbahnen aus den bisher erläuterten Prinzipien erklärt werden können, noch ehe er an seine allgemeine großartige Deduktion der Keplerschen Gesetze heranschrift. Auf die Darlegung der einzelnen Gedankenschritte, die er nun weiter tat, bis das ganze Werk, die *Naturalis philosophiae principia mathematica*, fertig dastanden, müssen wir verzichten. Erst recht kann nicht die Deduktion der elliptischen und anderen Bahnformen und nicht das mathematische Rüstzeug, das sich Newton zu diesem Zwecke schuf,

erörtert werden. Nur über die äußeren historischen Tatsachen in bezug auf die Entwicklung des mathematischen Rüstzeuges seien ein paar Notizen gegeben.

Die Anfänge des neuen Kalküls, der „Fluxionsmethode“ Newtons, fallen zum guten Teil schon in das Jahr 1665, also in eine Zeit, zu der Newton sich mit dem allgemeinen Gravitationsproblem noch nicht beschäftigt haben dürfte. Es ist nicht ganz leicht, diese historischen Daten und Zusammenhänge zu klären, da Newton mit Publikationen oft lange zurückhielt und man die hier in Frage kommenden biographischen Daten retrospektiv zum Teil aus Briefen und allerhand anderem Material erschließen muß. Heinrich Wieleitner, dessen summarischer Berichterstattung wir hier in der Hauptsache folgen, sagt trotz der Datierung der Anfänge des Fluxionskalküls auf das Jahr 1665: „Daß Newton seine Fluxionsmethode zur Ableitung seiner grundlegenden Sätze“ (der Gravitationslehre) „benutzte oder, besser gesagt, die Methode bei Ableitung dieser Sätze heranbildete, ist zweifellos⁴⁹¹.“ Dem entgegen spricht aber auch ein gewisser Anzeichen dafür, daß die ersten Anfänge der Fluxionsmethode, unabhängig von dem Gravitationsproblem, an der Hand rein arithmetischer und geometrischer Probleme von Newton gewonnen worden sind. Es kommt hier eine Abhandlung in Frage „De analysi per aequationes numero terminorum infinitas“. Diese Abhandlung war 1665—66 von ihm begonnen worden und wurde 1671 dem Präsidenten der Royal Society vorgelegt. Sie ist erst 1711 gedruckt worden. Er besaß in jenen Jahren 1665—66, wie aus später bekannt gewordenen handschriftlichen Bemerkungen hervorgeht, bereits sein Fluxionszeichen, den Punkt über dem x ; er schrieb

\dot{x} , wo wir heute $\frac{dx}{dt}$ zu schreiben pflegen. Er wendete jedoch

die für ihn entscheidenden Zeichen und Worte in jener ersten Publikation nicht an. Dann schrieb Newton 1670—71 eine weitere Schrift, in der alle diese Entdeckungen und Hilfen beim rechten Namen genannt wurden, die aber bis zu seinem Tode niemand gesehen zu haben scheint. Sie trug den Titel „Methodus fluxionum et serierum infinitarum“. Sie ist zuerst in englischer Übersetzung, und zwar im Jahre 1736 gedruckt worden. In dieser Schrift stehen phoronomische Probleme oder wenigstens phoronomische Phantasiehilfen im Vordergrund, wie die Formulierung

folgender beider Hauptaufgaben erkennen läßt: „Wenn in jedem Zeitmoment die Länge des beschriebenen Weges bekannt ist, die Geschwindigkeit der Bewegung zu einer bestimmten Zeit zu finden“ und: „Wenn die Geschwindigkeit in jedem Zeitmomente gegeben ist, die Länge des beschriebenen Weges zu einer bestimmten Zeit zu finden.“

Daß Newton an solchen Problemen arbeitete, blieb indessen nicht ganz geheim, so sehr er auch die Resultate, die er gewonnen hatte, zu verhüllen trachtete. In zwei Briefen aus dem Jahre 1676, die an Oldenburg, den Sekretär der Royal Society, gerichtet waren und zur Hinübergabe an Leibniz bestimmt waren, wird von Newton der allgemeine binomische Lehrsatz, den er entdeckt hatte, mitgeteilt, und die prinzipielle Einführung unendlicher Reihen in die Mathematik damit dargetan. Seine weitergehenden Entdeckungen, welche die eigentliche Fluxionsmethode betrafen, verbarg Newton in denselben Briefen, wie es damals Sitte war, in einem unentzifferbaren Anagramm. Das bedeutete für den damaligen Gelehrten die Festlegung, daß er bereits im Besitz einer bestimmten Entdeckung sei, deren offene Darlegung er sich für einen späteren Zeitpunkt vorbehalte; mitunter mag es auch soviel wie einen Ansporn zum Wetteifer bedeutet haben, daß andere sich bemühen sollten, es dem Entdecker gleich zu tun, und die verborgen gehaltene Lösung selbst zu finden. Vielleicht ist Leibnizens Ehrgeiz durch diese an ihn gelangten Mitteilungen wirklich mitbeschwingt worden. Jedenfalls publizierte nun Leibniz seinerseits 1684 eine wichtige Abhandlung zur Differentialrechnung, und daraufhin entschloß sich wohl Newton in seinen „Prinzipien“ 1687 zum ersten Male, einige entscheidende Mitteilungen über die Infinitesimalmethode seinerseits dem Druck zu übergeben.

Indessen auch in diesem Newtonschen Hauptwerke, den „Prinzipien“, das uns hier am meisten interessiert, wurde die Infinitesimalmethode nicht ganz vollständig dargelegt und noch weniger etwa auf die wichtigen Resultate der Gravitationslehre unverhüllt angewendet. Dieses Verhalten Newtons muß im Interesse der heutigen Leser seines Hauptwerkes bedauert werden; ob er für seine Zeit das Richtige gewählt und getroffen hat, ist schwerer zu sagen. Er hat sicherlich seine Rechnungen in anderer Art für sich selbst durchgeführt, als er sie für seine Leser dargestellt hat. Er

kleidete für diese seinen Gedankengang in elementarere und altmodischere Formen ein, indem er besonders die analytische Abstraktion vermied und nach geometrischer Anschaulichkeit strebte. Ob das Verfolgen seiner Gedanken seinen Zeitgenossen dadurch erleichtert worden ist, ist für uns heute schwer zu sagen. Man nimmt an, daß es der Zweck Newtons gewesen ist, dies zu bewirken, und daß er das Neue seiner Mechanik nicht durch das Neue einer besonderen mathematischen Denkungsart hat überlasten wollen. Sonach scheint es also, als ob die elf Lehrsätze seines eigentlichen neuen Infinitesimalkalküls, die er ohne Beweis dem ersten Buch seiner Prinzipien vorausschickte, nur veröffentlicht worden sind, um das Newtonsche Entdeckerrecht an dieser Methode sicherzustellen, vielleicht auch, um andere zu befähigen, nach dieser tieferen Methode die Gravitationsprobleme selbständig durcharbeiten bzw. sie aus ihrer elementargeometrischen Hülle zu befreien und den wahren tieferen Gedankengang der Ableitung der Gravitationstheorie wiederherzustellen⁴⁹². Eine offenerere und wirklich gemeinverständliche Darstellung der Newtonschen Fluxionstheorie wurde von Newton erst in zwei Briefen gegeben, die er 1692 an Wallis auf dessen Bitte schrieb und die dieser 1693 veröffentlichte. Daß dann noch eine Schrift Newtons über diesen Gegenstand wichtig ist, die den Titel trägt: „Tractatus de quadratura curvarum“ und die als Anhang zu Newtons Optik 1704 gedruckt worden ist, mag kurz erwähnt sein.

Diese biographischen Einzelheiten gewinnen in der hier in Rede stehenden Sache eine größere Bedeutung, als sie ihnen sonst zukommen würde, weil über die Entdeckung der Infinitesimalrechnung ein Prioritätsstreit stattgefunden hat. Es ist bekannt, daß neben Newton hier auch Leibniz seine Verdienste hat.

In den Rahmen des spezielleren Interessenkreises dieses Buches gehören jetzt nur noch einige Sonderausführungen über das Problem der *actio in distans* und über die sonstigen naturphilosophischen Anschauungen Newtons und ferner über die Probleme, die mit der Axiomatik seiner Mechanik und deren allgemeinem erkenntnistheoretischen Charakter zusammenhängen. Zwar wenn man den Geist der Newtonschen Hauptleistungen so auffaßt, wie es soeben hier von uns vorgeschlagen worden ist, dann sieht man wohl schon

voraus, daß speziellere naturphilosophische oder erkenntnistheoretische Fragen in dieser Sache für Newton selbst kaum noch von großer Wichtigkeit sein könnten. Mehr um der Zeitgeschichte und um der sonst von außen herangetragenen Problemstellungen willen wird es nötig sein, einzelnes hiervon ausführlicher zu besprechen.

Wir wenden uns zunächst dem Streit über das Wesen der Fernkraft oder der *actio in distans* zu. Wir stehen hier an der Grenze der Metaphysik; wir werden sehen, wie Newton selbst sich hier schwankend verhalten hat. Nach einer Seite hin kann seine Haltung in einem solchen Lichte erscheinen, daß man seine Äußerungen als dem Geiste des Positivismus verwandt bezeichnen könnte. Hierhin gehört sein berühmtes Wort: „*Hypotheses non fingo*“.

Um diese Frage in das rechte Licht rücken zu können, betrachten wir zunächst den Widerhall, den Newtons Lehren bei den Zeitgenossen fanden. Man kann zu diesem Zweck die Frage nach dem Wesen der Gravitation in drei Unterfragen zerlegen. Erstens nämlich kann man fragen, ob die Gravitation wirklich in den Massen der Gestirne oder etwa in deren Umgebung ihren Sitz und Ursprung habe? Zwar für den schärferen Betrachter des Newtonschen Systems kann wohl diese Frage nur im ersteren Sinne beantwortet werden. Seine Mitwelt jedoch war zum Teil noch stark von den Wirbelhypothesen des Descartes und Huyghens beeindruckt und wollte von denselben auch jetzt nicht sogleich lassen; man suchte einen Kompromiß, indem man die mathematische Ableitung der Keplerschen Gesetze durch Newton nur als eine rein mathematische Leistung anerkannte. Besonders die Franzosen bekämpften, unter dem Einfluß Descartesscher Anschauungen stehend, die *actio in distans*. Erst Voltaire und Maupertuis haben der englischen Auffassung in Frankreich Eingang verschafft. Voltaire spielt scherzend mit den gegensätzlichen Anschauungen der beiden Parteien in folgender Weise. „Wenn ein Franzose in London ankommt“, sagt er, „so findet er einen großen Unterschied. In Paris verließ er die Welt ganz voll Materie, in London findet er sie völlig leer. In Paris sieht er das Universum von ätherischen Wirbeln erfüllt, während in London unsichtbare Kräfte ihr Spiel treiben. Dort ist es der Druck des Mondes, der Ebbe und Flut bewirkt, während in England das Meer gegen den Mond gravitiert und alles durch Zug verrichtet wird“⁴⁹⁸.

Stellt man sich aber einmal auf den englischen, Newtons, Standpunkt, so erhebt sich hinsichtlich des Begriffes der *actio in distans* nun die zweite Frage: ob es eines Mediums bedürfe, welches die Wirkung der Fernkraft von Punkt zu Punkt über den ganzen Raum hin vermittelt. Es ist klar, daß diese Frage eine andere ist, als die zuerst erörterte. Denn es kann ein Medium notwendig sein, ohne daß darum doch in diesem Medium der ganze Ursprung der Erscheinungen zu suchen wäre. Eine dritte Frage wäre schließlich die, ob die Vermittlung der Gravitation im Medium nach mechanischen Gesetzen oder sonst irgendwie näher erklärbar ist.

Hinsichtlich der zweiten Frage entschied sich Newton dafür, ein vermittelndes Medium anzunehmen, und es blieb erst einer späteren Zeit vorbehalten, aus tieferen philosophischen Gründen die *actio in distans* ohne jede raumerfüllende Vermittlung für nicht unannehmbar zu halten. Newton sagt: „Daß die Gravitation eine inhärente Eigenschaft der Materie sei, derart, daß ein Körper auf einen andern aus der Ferne und durch den völlig leeren Raum hindurch ohne die Vermittlung von irgend etwas anderem wirke, erscheint mir als eine große Absurdität. Ich kann mir nicht vorstellen, daß jemand, der fähig ist, philosophisch zu denken, in sie verfallen kann.“

Was schließlich die dritte Frage anbetrifft, so hat Newton wohl im wesentlichen und zuletzt auf ihre Lösung verzichtet, obwohl er es hin und wieder mit ihr in bestimmterer Weise versucht zu haben scheint. Anfangs scheint er wohl der Annahme geneigt gewesen zu sein, daß die Vermittlung der Ursachen der Gestirnbewegungen über den die Gestirne verbindenden Raum hinweg noch einer mechanischen Aufklärung fähig sein müßte. Später nahm er jedoch von diesen Bemühungen Abstand. Gelegentlich finden wir bei ihm sogar eine Bemerkung, die ihn von gröberem Zeitanschauungen abhängig zeigt. Genau wie Descartes von den *spiritus animales* und wie Bacon von geistigen Substanzen in allen lebenden und mehr oder weniger auch in den toten Körpern sprach, so sprach auch Newton von geistigen Substanzen, die die gesamte körperliche Materie durchdringen sollten. „Durch die Kraft dieser geistigen Substanz“, sagt er, „ziehen sich die Teilchen der Körper wechselseitig an“⁴⁹⁴. Er setzt diese geistige Kraft ausdrücklich mit dem

wirksamen Prinzip in der Tätigkeit des Gehirns und mit der Wirkung des Gehirns auf die Nerven und Muskeln gleich.

Wir geben die Stelle etwas ausführlicher wieder. Es heißt dort: „Es würde hier der Ort sein, etwas über einen gewissen *spiritus* hinzuzufügen, welcher alle festen Körper durchdringt und in ihnen verborgen ist. Durch die Kraft und Tätigkeit dieses *spiritus* ziehen sich die Teilchen wechselseitig bis auf die kleinsten Entfernungen an und haften aneinander, wenn sie sich berühren. Durch sie wirken die elektrischen Körper auf größere Entfernungen, sowohl um die benachbarten Körperchen anzuziehen, als auch um sie abzustößen. Mittels dieses *spiritus* strömt das Licht aus, wird zurückgeworfen, gebeugt, gebrochen und erwärmt die Körper. Sämtliche Sinnestätigkeiten werden erregt und die Glieder der Tiere nach Belieben bewegt, eben durch die Vibrationen dieses *spiritus*, welche sich von den äußeren Organen der Sinne mittels der festen Fäden der Nerven bis zum Gehirn und hierauf von diesem bis zu den Muskeln fortpflanzen. Diese Dinge lassen sich aber nicht mit wenigen Worten erklären, und man besitzt noch keine hinreichende Anzahl von Versuchen, um genau die Gesetze bestimmen und beweisen zu können, nach welchen dieser *spiritus* wirkt⁴⁹⁵.“

Wenn es nun in den Briefen an Bentley heißt, es sei unbegreiflich, daß unbeseelte rohe Materie ohne irgendeine materielle Vermittelung aufeinanderwirken und ohne gegenseitige Berührung andere Materie affizieren sollte, — und das müßte der Fall sein, wenn die Schwere eine wesentliche und inhärente Eigenschaft der Materie wäre, — so liegt allerdings zunächst der Schluß nahe, daß Newton das Suchen nach einer gröberen mechanischen Vermittelung als notwendig anerkannt habe. Es ist aber auch nicht unmöglich, daß Newton einen ganz anderen Schluß vor Augen gehabt hat, und dies behauptet Laßwitz, nämlich den Schluß, daß ein immaterielles, nicht grobmechanisches Prinzip als Agens angenommen werden müsse. Die Schwere, heißt es bei Newton, müsse durch ein Agens verursacht sein, das beständig nach gewissen Gesetzen wirkt; ob aber dieses Agens materiell oder immateriell sei, das habe er dem Urteil der Leser überlassen⁴⁹⁶. Laßwitz also meint, der Leser Newtons habe den Schluß ziehen sollen, daß ein immaterielles Agens im Spiele sein müsse.

Bentley, an den jener Brief gerichtet war, zog in der Tat, ohne den Widerspruch Newtons zu erfahren, in einer öffentlichen Rede den Schluß: „Das ist ein direkter und positiver Beweis, daß ein immaterieller lebender Geist die tote Materie lenkt und beeinflußt und das Weltgebäude erhält“⁴⁹⁷.

Je mehr Newton solchen Gedankengängen nachging, je mehr er die besondere naturphilosophische Würde der von ihm entdeckten allgemeinen Gravitation fühlte und die großen Rätsel ins Auge faßte, die noch auf allen Seiten übrig blieben, um so mehr sah er sich gedrängt, seine Naturanschauung mit seinen frommen Gedanken vom Wirken Gottes in Verbindung zu bringen. Ein besonders wichtiger Punkt der Anknüpfung seiner Naturansichten ans Metaphysische waren seine Lehren vom absoluten Raum, der absoluten Zeit und der absoluten Bewegung. Er hielt diese Begriffe für unentbehrlich und hielt sie doch nicht für ableitbar aus den Phänomenen der Erfahrung. Mithin machte er hier „metaphysische Entitäten zum Fundament der Experimentalphilosophie“⁴⁹⁸. Newton hat sich hierin an Henry More angeschlossen, der den geistigen und unkörperlichen Charakter des Raumes aus der Natur Gottes ableiten wollte. Mit More betrachtete auch Newton den Raum als das Organ Gottes, mittels dessen dieser allgegenwärtig in der Welt ist und die Dinge leitet. Diese Leitung sah Newton auch für das Planetensystem als unentbehrlich an; von Zeit zu Zeit müsse Gott eingreifen, um die Störungen auszugleichen, die in der Planetenbewegung eingetreten waren. Diese Ansicht Newtons verspottete Leibniz, indem er Newtons Weltsystem mit einer Uhr verglich, bei der von Zeit zu Zeit das Eingreifen des Uhrmachers notwendig wäre. Bei Newton und seinen Anhängern aber war diese Stellungnahme völlig bewußt und gewollt; sie wollten Gott aus der Natur als Schöpfer ableiten, aber sie wollten sein Wirken in ihr auch erhalten sehen.

Sehr eigentümlich ist Newtons Ansicht über die Ökonomie des Bewegungsquantums in der Welt. Er nimmt an, daß die Existenz der Zentralkräfte, die teils attraktiv, teils repulsiv seien, ein aktives, schöpferisches Prinzip für die Natur bedeute, das heißt: daß das Dasein dieser Kräfte darauf hinwirke, das Bewegungsquantum zu erhöhen. Ohne dieses Prinzip einer aktiven Stärkung des Bewegungsquan-

tums würde die Bewegung in der Welt nach und nach sich mindern, wofür die unelastischen Stoßvorgänge von Newton als typisches Beispiel herangezogen werden. Die heutige Mechanik hält diese Ansicht über die Wirkung der Zentralkräfte für falsch. Man sieht aber aus diesen Newtonschen Erwägungen, in welch starkem naturphilosophischen Gegensatzverhältnis für ihn die auf Raum, Bewegung und Stoß begründete Mechanik und die auf Zentralkräften beruhenden Geschehnisse standen. Jene ältere und simplere atomistische Ansicht erschien ihm wohl als etwas ganz Unzulängliches und Armseliges. Daher sagt er: Die Trägheit sei nur ein passives Prinzip, vermöge deren die Körper Bewegung in sich aufnehmen und ihr Widerstand leisten. Es bedürfe eines ganz anderen Prinzips, um die Körper in Bewegung zu versetzen und sie darin zu erhalten. Die Quantität der Bewegung würde sich sonst nicht in der Welt erhalten; denn die Reibung absorbiert fortwährend Bewegung; ähnliche Verluste treten in zähflüssigen Körpern auf. Daher sei es notwendig, aktive Prinzipien vorauszusetzen, und solche seien die Zentralkräfte. Neben den letzteren wird auch die „Ursache der Fermentation“ genannt, welche Licht und Wärme und die organischen Tätigkeiten erzeuge⁴⁰⁹.

Der metaphysischen Tendenz in Newton steht sein positivistischer Zug, der ihm das Wort eingab: „*Hypotheses non fingo*“, etwas unausgeglichen gegenüber. Vereinbar werden die beiden Tendenzen nur, wenn man annimmt, daß die Zurückhaltung von Hypothesen lediglich im Reiche der strengeren Naturwissenschaft gefordert werde. Dann würde es gleichsam zwei verschiedene Register in Newtons Seele geben, das eine würde Geltung haben, sobald Newton als Mensch und als Philosoph, vielleicht auch insbesondere als frommer Mensch und als frommer Philosoph spricht, das andere, wenn er vom Katheder der neuen, strengen, reinen, induktiven Physik aus spricht. Eine solche Synthese eines ganzen Menschengeistes wäre ganz gut denkbar; wir werden darüber gleich noch einiges mehr zu sagen haben. Will man aber diese Lösung des Rätsels der Newtonschen Überzeugungen nicht annehmen, so müßte man einfach von zeitlichen Schwankungen und einem unklaren unausgeglichenen Wechsel seiner Ansichten oder einer Entwicklung von einem zum andern hin sprechen. In dieser letzteren Hinsicht ist vielleicht nicht unwichtig, daß der berühmte Satz: „*Hypo-*

theses non fingo“ erst in der zweiten Ausgabe der Prinzipien von 1713 zu finden ist; in der ersten Ausgabe von 1687 hatte er noch nicht gestanden.

Die Mit- und Nachwelt vermochte die verschiedensten Behauptungen über Newtons wahre Meinung aufzustellen, und man hat in der verschiedensten Weise, je nach dem eigenen Standpunkt, Newtons Ehre zu retten gesucht, indem man ihn bald mehr zum Metaphysiker, bald mehr zum Positivisten machen wollte⁵⁰⁰.

Dabei hat auch die Vorrede zur zweiten Ausgabe der Prinzipien eine gewisse Verwirrung gestiftet und einen gewissen Streit heraufbeschworen. In dieser Vorrede wird die Gravitation als eine *causa simplicissima* hingestellt, für die es keine weitere Erklärung gebe. Diese Vorrede ist freilich nicht von Newton selbst, sondern von seinem Freunde Cotes verfaßt. Und so entstand denn eine Meinungsverschiedenheit darüber, ob diese Cotes'sche Auffassung auch Newtons eigenste Meinung gewesen sei.

Bestimmt festzuhalten dürfte jedoch eins sein: In dem reinen und entschlossenen Sinne, wie es später von seiten Leibnizens geschah, hat sich Newton nie zu einem Dynamismus bekannt; das heißt, er hat nicht die Fernkräfte als ein metaphysisch und naturwissenschaftlich Letztes statuiert. Vielleicht wollte er sich den Blick für Möglichkeiten verschiedener Art, die noch um den Begriff der Fernkraft herum sich bieten konnten, offen halten; vielleicht wäre ihm daher die kühne und klare Leibniz'sche Festlegung als zu doktrinär erschienen. Daß Newton noch andere Möglichkeiten hinter dem bloßen Erscheinungsgesetz der Gravitation zuließ, ja daß er sogar bereit gewesen wäre, die tieferen Fragen nach der Natur der Gravitation in den Bereich der experimentellen und exakten Wissenschaft aufzunehmen, sobald sich nur ein Punkt des Kontaktes mit den empirischen Methoden gezeigt hätte, beweist folgende Stelle seiner Optik: „Um zu zeigen, daß ich die Schwere nicht als eine essentielle Eigenschaft der Körper auffasse, habe ich eine Frage über ihre Ursache hinzugefügt, und ich habe dies in Gestalt einer Frage getan, weil ich in bezug auf ihre experimentelle Erforschung noch nicht befriedigt bin⁵⁰¹“.

Und doch lag die Festlegung der Naturansicht auf einen konsequenten Dynamismus, der dann ein Letztes innerhalb aller Naturerklärung bleiben müßte, damals ziemlich nahe.

Denn selbst wenn die Fernkräfte der Gravitation noch durch andere naturphilosophische Hilfsvorstellungen ergänzt oder unterbaut werden sollten, so blieben uns immer noch die Zentralkräfte der Elastizität der Materie und des Äthers übrig, die doch auch letzthin als Fernkräfte gedeutet werden müssen, da sie über irgendwelche Distanzen hinweg ihre Wirkung ausüben⁵⁰². Daraus eben zog Leibniz die radikalen und klaren Konsequenzen eines allgemeinen Dynamismus der Materie. Newton aber sprach nicht so wie Leibniz, obwohl er die Leibnizsche Konsequenz ganz und gar vorbereitet hatte. Leibniz scheute vielleicht weniger vor der rückhaltlosen Anerkennung von übergreifenden Zusammenhängen innerhalb der Natur zurück (übergreifend darf man sie nennen, weil sie über den Raum jedes einzelnen Atoms hinweggreifen und dadurch auf nahe und weite Fernen hin die Natur zur Einheit und zum Systeme gestalten). Wie sehr aber gerade Newton dieser Anschauung den Boden bereitet hatte, haben wir oben gezeigt. Leibniz erblickte im Dynamismus das, was den Materialismus zerbrach, da es selbst das Materiellste an Zusammenhänge und Prinzipien von beinahe geistiger Natur anzuknüpfen schien.

Kehren wir zu Newton zurück, so wird es jetzt nicht schwer sein, dem Satze „*Hypotheses non fingo*“ einen ganz bestimmten Sinn zu geben. Er bedarf immerhin einer Erläuterung; denn in irgendeinem Sinne wird man wohl sagen dürfen und hat es gesagt, daß Newton denn doch selbst des öfteren sehr wohl Hypothesen gebildet hat. Worin liegt also der Unterschied bzw. der prägnante und wahre Sinn jenes kleinen Satzes?

Wir werden im allgemeinen drei Nuancen im Begriff der Hypothese zu unterscheiden haben: Erstens kann der Begriff der Hypothese dem Begriff des Gesetzes gegenübergestellt werden, insofern die Hypothese weniger gut durch wiederholte Erfahrungen und Bestätigungen gesichert ist als das Gesetz. Zweitens kann es für die hypothetischen Anschauungen als charakteristisch erachtet werden, daß sie dem Gewohnten und Sinnlichen widerstreiten, daß sie sozusagen aus dem Rahmen der uns direkt gegebenen Tatsachenwelt herauszufallen scheinen. Drittens können diejenigen Anschauungen Hypothesen genannt werden, die so wenig Verbindung mit der Erfahrung haben, daß wenig oder keine Hoffnung besteht, daß auf Grund der Erfahrung

über ihre Wahrheit oder Unwahrheit in der nächsten Zukunft entschieden werden wird. In diesem dritten Sinne hat Newton die Hypothesen abgelehnt.

Der berühmte Satz wird folgendermaßen erläutert: „Einen Grund für die Eigenschaften der Schwere habe ich aus den Erscheinungen nicht ableiten können, und Hypothesen ersinne ich nicht. Was nämlich aus den Erscheinungen nicht abgeleitet werden kann, ist als Hypothese zu bezeichnen; und Hypothesen, mögen es nun metaphysische oder physische, solche verborgener Eigenschaften oder mechanische sein, haben in der Experimentalphysik keine Stelle. In dieser Disziplin werden Sätze aus den Erscheinungen durch Deduktion abgeleitet und durch Induktion verallgemeinert⁵⁰³.“ Man sieht, daß der Mangel an Kontakt mit der Erfahrung hier das Entscheidende für Newtons ablehnende Haltung ist. Was die speziellen Andeutungen über Deduktion und Induktion an dieser Stelle betrifft, so tut man vielleicht besser, sie beiseite zu setzen oder es mit ihnen nicht allzu genau zu nehmen. Ob man zum Beispiel sagen kann, daß die Anfänge aller Gedanken, aus denen später gültige Sätze werden sollen, aus den Erscheinungen abgeleitet, deduziert zu werden pflegen, ist denn doch recht sehr zu bezweifeln. Der Begriff der Deduktion ist noch heute streitig, und in der Problematik solcher Begriffe lag nicht Newtons Stärke. Heute würden wir das, was Newton vorgeschwebt hat, anders ausdrücken, und auf die Gefahr hin, die Newtonsche Ansicht dabei ein wenig zu verändern, würden wir heute in jenem Newtonschen Zusammenhange schreiben: Man muß verlangen, daß eine Erkenntnis entweder methodisch abgeleitet sei oder Verifikationsmöglichkeiten voraussehen läßt; andernfalls würde sie zu den verwerflichen Hypothesen, die in der Wissenschaft nichts zu suchen haben, gehören. Dies ist der entscheidende Grundgedanke des in der Neuzeit sich mehr und mehr durchsetzenden erkenntnistheoretisch-methodologischen Geistes der Naturwissenschaften. Man könnte in dieser Geistesart auch wohl den tieferen und gesünderen Kern alles Positivismus erblicken; man dürfte dann allerdings diesen Begriff eines Positivismus nicht so eng fassen, wie es mitunter in polemisch gehaltenen erkenntnistheoretischen Lehrbüchern geschieht, daß man sagt: der Positivismus laufe auf einen Sensualismus hinaus wie bei Hume und Mach. Man kann einen besseren Kern in ihm finden,

der freilich von seinen Bekennern bisher nicht richtig herausgestellt worden ist. Dieser bessere Kern war in dem berühmten Satze des Newton angedeutet. Im Grunde hat es sich dabei um ein Bekenntnis zu methodischer Strenge handeln sollen. Methodische Strenge macht zwar von je das Wesen aller Wissenschaft aus, und alle Gruppen der Forscher machen auf sie Anspruch. Aber die moderne Naturwissenschaft glaubt, eine neue besondere Zuschärfung dieser Strenge erreichen zu können. Man fühlte das, ohne ganz deutlich und klar sagen zu können, woran es eigentlich lag und worauf es bei diesem Neuen ankam. Bacon schon hatte diese Geistesrichtung auf seine Weise festzulegen gesucht; bei Galilei fanden wir sie sich irgendwie regen, in Newtons „*Hypotheses non fingo*“ finden wir ein neues charakteristisches Dokument derselben. Auch Newton vermag das Treibende dieses positivistischen Geistes — wenn man ihn in allgemeinerem, tieferem Sinne so nennen darf — nicht klar genug zu bezeichnen; aber wir fühlen deutlich, daß er eine neue Stufe der Bestimmtheit und der Überlegenheit darin erreicht hat.

Es ist daher auch für Newton, wie er ausdrücklich sagt, durchaus gleichgültig, ob die Hypothesen metaphysische oder physische sein würden; nur daß sie keinen Kontakt mit der Erfahrung hätten, das würde sie ausschließen. Mit den Augen der damaligen Zeit gesehen, waren die Newtonschen Fernkräfte von zwei Seiten her bedroht, durch die Postulate der radikaleren Mechanistik, wie sie von Descartes, Gassendi und Huyghens inauguriert war, und andererseits durch die Ansprüche allzu ungestümer spiritualistischer Metaphysiker; jedoch war die Bedrohung, gleichsam von links, durch die Kartesianer damals eine weit ernstere.

Gegen diese vor allem richtet sich das „*Hypotheses non fingo*“. Um es also noch einmal und noch deutlicher zu sagen: Die Klasse der fernzuhaltenden Hypothesen beginnt an eben der Grenze, an der sich der Kontakt zwischen Hypothese und Beobachtung verliert. Solange eine theoretische Substruktion (wie etwa die des allgemeinen Gravitationsgedankens) an den Tatsachen geprüft werden kann, und unsere Fähigkeit, die Erscheinungen zu lesen, zu unterscheiden und vorauszuberechnen, durch eine bestimmte Substruktion vergrößert wird, oder solange zwischen zwei mög-

lichen Theorien eine Entscheidung durch ein Experiment möglich ist, solange würden diese Theorien nicht von Newton abgelehnt werden. Aber überall da, wo die Hypothese uns keinen Schritt im Experimentieren und Rechnen weiterleitet, sondern nur eine Zutat für die Bedürfnisse der Phantasie des Philosophen bleibt, soll sie den strengeren Untersuchungen der echten Mechanik und Physik fernbleiben. Das ist Newtons Meinung. Descartes und seine Zeitgenossen hatten Hypothesen ohne Verifizierbarkeit in Menge zutage gefördert. Huyghens hatte vermittelnd, weil er überall zugleich als guter Mathematiker vorging, die Newtonsche methodische Reinlichkeit vorbereitet. Newton formulierte diese methodische Reinlichkeitsforderung in freilich nicht ganz eindeutigen Ausdrücken.

Sooft sich Newton selbst auf physikalische Hypothesenbildung einließ, geschah es gern mit jener methodisch bedingten Zurückhaltung, mit jener lässigen Baconschen Geste, als ob jemand sagen würde: „Es kann so sein, es kann auch anders sein, wir werden es vielleicht gelegentlich später bestimmter sagen können.“ Newton nimmt in diesem Sinne feste, ausgedehnte, undurchdringliche und träge Atome an, aber ob man diese so unterschiedenen Teile durch Kräfte der Natur noch weiter würde zerlegen können — vielleicht gar bis ins Unendliche — bezeichnet er einfach als „ungewiß“⁵⁰⁴.

Zu den Atomen fügt Newton einen Äther hinzu, den er sich ähnlich wie unsere Luft denkt, nur außerordentlich viel dünner und außerordentlich viel elastischer. Die Atome dieses Äthers haben eine abstoßende Kraft; diese abstoßende Kraft ist der Grund der Elastizität des Äthers⁵⁰⁵. Aber in einem Briefe an Boyle, in welchem Newton einiges über Ätherhypothesen gesagt hat, fährt er fort: „Für meinen Teil habe ich so wenig Geschmack an Dingen dieser Art, daß, hätte Ihre Ermutigung mich nicht dazu veranlaßt, ich niemals, glaube ich, auch nur die Feder dafür aufs Papier gebracht hätte“⁵⁰⁶.

Neben der echten Strenge in den Wissenschaften gibt es eine falsche Strenge, welche spricht: du darfst nichts behaupten, was nicht nach allen Seiten hin geklärt ist. Auch hiergegen richtet sich der Satz „*Hypotheses non fingo*“. Er ist zur Verteidigung des Gravitationsgesetzes gesprochen worden. Es galt, diejenigen Leute fernzuhalten, die da sag-

ten oder zu sagen schienen: daß man ein solches Gesetz gar nicht aufstellen dürfe, solange nicht irgendwelche Vorfagen gelöst oder allgemeine Postulate der menschlichen Vernunft befriedigt wären. Demgegenüber betrachtet Newton sein Gesetz als einen sozusagen redlich erarbeiteten Induktionsgewinn, bei dem man zunächst stehen bleiben dürfte, wieviel Geheimnisse und Unaufklärbarkeiten auch sonst noch dahinterliegen mochten. Dieser Gewinn sollte geschützt werden, indem das Ansinnen, weitere Hypothesen zu bieten, diskreditiert wurde.

Newton war zu vorsichtig, um, nachdem die Hauptarbeit glücklich vollbracht war, einem unnützen Streit um Worte unter seinen Zeitgenossen Vorschub zu leisten. Daher hat denn auch Paul Volkmann mit Recht bemerkt, daß Newton den Gebrauch des Wortes *causa* sehr einschränkt. In den „*Axiomata sive Leges motus*“ ist das Wort *causa* überhaupt vermieden worden. Unter den Erläuterungen zu Definitio VIII erklärt Newton: „Die Ursachen der Kräfte und ihren physischen Sitz ziehe ich hier nicht in Betracht.“ „Der Leser möge nicht schließen, daß ich die Art und Weise der Wirkung“ (bei der Gravitation) „oder den physischen Grund und die Ursache erkläre oder daß ich den Mittelpunkten wirkliche physische Kräfte beilege, wenn ich gelegentlich sagen werde, die Mittelpunkte ziehen sich an, oder es existieren Zentralkräfte.“ — Solche Sätze können den Antimetaphysikern von heute als Finessen gelten; in Newtons Augen waren sie wahrscheinlich nur ein müdes Abwehren unnötigen Wort- und Schulstreites⁵⁰⁷.

Da auch der Ursachenbegriff eins der Probleme ist, die an der Grenze zwischen Erkenntnistheorie und Naturphilosophie stehen, und da über ihn zwischen spekulativen Philosophen und Positivisten noch heute disputiert wird, so mag hier über seine Rolle und Anwendbarkeit im Newtonschen System noch einiges wenige eingeflochten werden. Wir sehen, daß Newton diesen Begriff in seinen beiden ersten *regulae philosophandi* einführt. Es wird freilich nur sparsam von ihm Gebrauch gemacht. Die *regulae philosophandi* werden wir alsbald noch in ihrem Wortlaut wiedergeben. Im gegenwärtigen Zusammenhange halten wir es für passend, eine kurze Übersicht über die Stellungen zu geben, die man zu den Rätseln des Planetensystems einnehmen kann, je

nach der Art, in der man die Ursachenfrage stellt und für berechtigt hält.

Wir haben bei der Darstellung der Keplérschen Gedankenwelt gesehen, daß Kepler es lernte, seinen ursprünglich allzu ungestümen Kausaltrieb einzuschränken. Die Frage, wann man sich mit dem Erreichten zufrieden geben soll, oder wie weit wir überhaupt berechtigt sind, Kausalfragen zu stellen, hat von je einige Dunkelheit gehabt und bis heute behalten. Wir stellten beim Newtonschen System die Fernhaltung der Frage nach dem Wesen der Gravitation fest. Aber auch bei den äußeren Gravitationserscheinungen kann man zweifelhaft sein, wie weit die Kausalfragen ausgedehnt werden dürfen. Eugen Dühring empfindet die Frage, woher die gegebenen Anfangsgeschwindigkeiten der Planeten rühren, als ein offen gebliebenes Kausalproblem. Dühring scheint einen Schluß auf ein Erzeugtsein dieser gegebenen Anfangsgeschwindigkeiten zuzulassen, der auf der Analogie beruhe, „vermöge deren wir bei jeder Geschwindigkeitsgröße, welche nach dem Trägheitsgesetz beharrt, nach ihrer Aufhäufung durch eine Kraft zu fragen genötigt werden⁵⁰⁸.“ Ein noch etwas weitergehendes Kausalbedürfnis hält Erich Becher für berechtigt. Er meint nämlich, daß die gleichförmige Bewegung, deren ewiges Beharren man in der neueren Mechanik als selbstverständlich ansieht, an sich noch Raum für die Rückfrage lasse, welche Ursache es denn sei, vermöge deren eine solche Bewegung sich in sich erhalte? Es sei, sagt er, „zur Beleuchtung des ganzen naturwissenschaftlichen Bewegungsproblems nützlich, darauf hinzuweisen, daß die wesentlichste Grundannahme der griechischen Kinetik auch heute noch natürlich und berechtigt erscheint. Diese lag in der Überzeugung, daß jede Bewegung, auch die gleichförmige, als fortdauernde Änderung eine fortdauernde Ursache erfordere. Wo diese fehle, könne also nur Ruhe herrschen. Während des Fluges eines Steines müßte also seine Bewegung durch eine fortdauernde (etwa in ihm liegende) Ursache aufrechterhalten werden. Diese Grundauffassung war berechtigt, wenn sie sich auch weiterhin mit vielen verfehlten Ansichten verband⁵⁰⁹.“

Wir begnügen uns, diese mannigfachen Arten, die Kausalfrage aufzuwerfen, hier zu erwähnen. Das philosophisch ernst verstandene Kausalproblem ist heute noch so wenig entschieden und gereift oder gelöst, daß wir auch im Hin-

blick auf die Newtonschen Leistungen nur sagen können: es wird sich das Kausalproblem vielleicht auch an der Hand dieser Leistungen ein wenig besser als ehemals klären lassen. Aber einen festen Maßstab, an dem wir die Leistungen der Vergangenheit in dieser Hinsicht messen könnten, besitzen wir noch nicht. Gerade auf die Planetenbewegung sind die üblichen Schemata des Kausalgedankens ziemlich schwer anzuwenden; in meiner „Naturphilosophie“⁵¹⁰ habe ich das des näheren gezeigt und drei und mehr ganz heterogene Anwendungsarten des Kausalbegriffs nachgewiesen, die hier möglich sind und die leider gewöhnlich promiscue beim Begriff der Kausalität durcheinanderlaufen.

An das Problem der Hypothesenbildung und an das Problem des Ursachenbegriffs kann man hier noch das Problem des Kraftbegriffs anschließen. Man sollte auch in dieser Frage den antimetaphysischen Geist unserer Zeit nicht mit dem feineren methodologisch-positivistischen Geiste Bacons und Newtons verwechseln. Galilei freilich war nicht ganz so frei. Er hat sich durch die Besorgnis einschüchtern lassen, und zwar zum Nachteil seiner Forschung, daß es ein Rückfall in die Scholastik sein würde, wenn er von Kräften, wie von Realitäten bestimmt und kühn gesprochen hätte. Newton war hierin größer und kühner; er war es vielleicht als Engländer und dank bestimmter englischer Traditionen, aber er war es auch deshalb, weil zu seiner Zeit das Bewußtsein von der Richtigkeit des beschrittenen Weges der Dynamik schon so weit gestärkt war, daß die Furcht vor dem Vorwurf des scholastischen Philosophierens weit geringer wirkte. Der Nachteil für die Forschung Galileis bestand darin, daß er nicht zur Aufstellung des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte gelangte. Galilei hat dieser Satz, der die Analysen des Mechanikers so elegant macht, noch gefehlt. Das hatte, wie wir bereits in einem früheren Kapitel gesagt haben, eben daran gelegen, daß Galilei den Kraftbegriff nicht recht in den Dienst der neuen Wissenschaft zu stellen gewagt hatte. Durch Newtons Leistung am Gravitationsproblem, sagt Ernst Mach, wurde „die allgemeine Anwendbarkeit des Galileischen Kraftbegriffs stärker fühlbar gemacht, als dies je zuvor geschehen war... Die Verallgemeinerung vollzog sich nun wie von selbst und ohne ein besonderes Aufsehen zu erregen“. Eben darum kommt es zur entschlosseneren und deutlichen Formulierung des

Satzes vom Kräfteparallelogramm. Mach rechnet dies Newton als persönliches Verdienst an. Eugen Dühring spricht in dieser Hinsicht auch Varignon ein besonderes Verdienst zu, dessen „Projet d'une nouvelle mécanique“ im gleichen Jahr wie Newtons „Prinzipien“ erschien (1687)⁵¹¹.

Nach diesen Einschreibungen über die Begriffe der Ursache und der Kraft komme ich noch kurz auf die Bemerkung zurück, die ich in meiner einleitenden Ausführung über den Begriff der Hypothese gemacht habe, daß nämlich als Hypothese oft etwas bezeichnet werde, was im Gegensatz zu den gewohnten Anschauungen stehe. Hypothesen, sagt Paul Volkmann, „spielen . . . auf ein für die Anschauung heterogenes Gebiet hinüber“. Von solcher Art seien die Wellenanschauung des Lichtes und die Atomistik; wir erheben uns mit ihnen „über die Begrenztheit und Beschränktheit unserer sinnlichen Wahrnehmung, . . . wobei wir das sinnliche Erscheinungsgebiet durch eine heterogene, gänzlich verschiedene, vielleicht gar im Gegensatz zur Erscheinung stehende Auffassung zu deuten suchen.“ Daß Newton Hypothesen in diesem Sinne zugelassen hat, wofern nur eben der methodische Kontakt zur Erfahrungswissenschaft gewahrt bleibt, liegt auf der Hand⁵¹².

Von meiner hiermit dargelegten Auffassung über Newtons Stellung zwischen Metaphysik und Positivismus, bei der ich alle Seiten des Newtonschen Denkens zu berücksichtigen bestrebt war, vermag mich auch die Stelle aus der Newtonschen Optik nicht abzubringen, in der Newton sich mit dem Begriff der okkulten Qualitäten auseinandersetzt. Er schleudert dort den damals zeitgemäßen Bannfluch auch seinerseits gegen sie. Ich nahm es mir oben heraus, die Newtonsche Gravitation schlechtweg als okkulte Qualität zu bezeichnen und sie als solche positiv zu würdigen. Es ist dies natürlich nur eine Wortfrage, wenn ich darin anders sprach, als Newton selbst spricht.

Newton befindet sich bei der sogleich wiederzugebenden Stelle offensichtlich in einer Verteidigungsposition; er rettet seine Gesetze gegen den Vorwurf, er führe von neuem okkulte Qualitäten ein; dabei hält er es für angemessen, das Operieren mit okkulten Qualitäten — im Sinne der Ungeschicklichkeiten des Mittelalters natürlich — weit von sich zu weisen. Er sagt⁵¹³:

„Die Eigenschaften, von denen wir sprechen, sind also

offenbar, und nur die Ursachen sind es, die man dunkel nennen kann. Die Aristoteliker und Scholastiker haben dagegen als dunkle Qualitäten nicht etwa irgendwelche offenkundige Eigenschaften bezeichnet, sondern solche, von denen sie annahmen, daß sie im Körper verborgen seien und den unbekanntem Grund der sichtbaren Wirkungen ausmachen. Von dieser Art wären aber die Gravitation, wie die elektrische und magnetische Kraft nur dann, wenn wir voraussetzten, daß sie aus inneren, uns unbekanntem Beschaffenheiten der Dinge stammten, die unausdenkbar und unerforschlich sind. Derartige Qualitäten sind freilich ein Hemmnis jedes wissenschaftlichen Fortschritts und werden daher von der modernen Forschung mit Recht verworfen. Die Annahme spezifischer Wesenheiten der Dinge, die mit spezifischen verborgenen Kräften begabt und dadurch zur Erzeugung bestimmter sinnlicher Wirkungen befähigt sein sollen, ist gänzlich leer und nichtssagend. Aus den Phänomenen dagegen zwei oder drei allgemeine Bewegungsprinzipien abzuleiten und sodann zu erklären, wie aus ihnen, als klar und offen zutage liegenden Voraussetzungen, die Eigenschaften und Wirkungsweisen aller körperlichen Dinge folgen: dies wäre selbst dann ein gewaltiger Fortschritt wissenschaftlicher Einsicht, wenn die Ursachen dieser Prinzipien uns unbekannt blieben. Ich stelle daher unbedenklich die angegebenen Prinzipien der Bewegung auf, da sie sich uns in der gesamten Natur überall sichtlich darbieten, während ich die Erforschung ihrer Ursachen gänzlich dahingestellt sein lasse.“

Man kann diese Aussprache Newtons mit seinen Zeitgenossen über die Natur des von ihm Geleisteten gelten lassen; man kann sie aus seiner Situation und den Relationen seiner Epoche gut verstehen. Als philosophisch sehr klar wird man sie nicht bezeichnen können, und man wird sie daher bewerten müssen als die persönlich-menschlichen, affektdurchwobenen Äußerungen eines Mannes, der das Instrument seiner eigentlichen Arbeit und seiner Erfolge eben aus den Händen gelegt hat.

Denn Newton spricht hier von Ursachen, die vorhanden sein mögen, die aber nie jemand erforschen kann, und er spricht zugleich von Ursachen, die vielleicht erforschbar wären, auf deren Erforschung aber er persönlich sich nicht eingelassen hat, und er spricht von Prinzipien der

Bewegung, die sich haben finden lassen und die man als einen vorläufigen Erfolg jedenfalls buchen könne. Gegen wen kämpft er also eigentlich? Er kämpft fast nur gegen das Wort „okkulte Qualitäten“; denn die Möglichkeit, daß es verborgene Ursachen geben könne, hat er offen gelassen. Daß in der Scholastik viel Verkehrtheit war, steht uns allen fest; aber diese Verkehrtheit erkenntnistheoretisch oder methodologisch als solche kenntlich zu machen, wohl gar in ganz allgemeiner Weise, ist nicht leicht. Das Einzige, was man diesen Newtonschen Ausführungen unterlegen kann, um ein klares und konsequentes Gesamtbild aus diesen Sätzen über die verborgenen Qualitäten herzustellen, wäre die Idee, daß eine Verdoppelung der Welt in Erscheinungen (oder Wirkungen) und Wesensgründe (oder verborgene Qualitäten oder Kräfte) solange fruchtlos bleibt, als der Parallelismus dieser beiden Reihen nie durchbrochen würde und keine Aussicht auf ein Durchbrechen desselben bestände. Denn dann würden aus ihm keine neuen belebenden Anregungen für das Weiterdenken sich ergeben können; er wäre „müßig“; und was „müßig“ ist, mag wohl auch ein „Hemmnis“ werden können. — Newton fühlt, daß die Art seiner schöpferischen Arbeit in sich gesund ist; damit hat er recht; aber im übrigen schlägt er hier etwas allzuenergisch um sich, ohne mit seinen eindrucksvollen Worten viel zu klären.

Wir sprachen oben von den zwei Registern, die man vielleicht in Newtons Seele annehmen könnte. Es scheint uns zweckmäßig, auch bei dieser Ansicht, die man sich von Newtons geistiger Struktur bilden kann, ein wenig zu verweilen. Newton als Physiker urteilt vielleicht eng und vorsichtig, während Newton als Mensch und Philosoph es sich vielleicht gestattet, Ideen und Meinungen zu hegen, die kühner, ausschweifender und weniger gut methodisch geordnet und reguliert wären. Dieser Gegensatz zweier Gedankenwelten in einem Menschen ist uralt, er hat bereits in der Geschichte des Mittelalters verschiedene sehr bestimmte Zuschärfungen erfahren, hat dann in der entstehenden modernen Naturwissenschaft eine neue sehr charakteristische Grundlage und Ausprägung erhalten und reicht bis in unsere Zeit hinein. Auch die heutige Physik pflegt zwischen den Privatmeinungen eines Forschers und seinen methodisch gewonnenen Ergebnissen, die sein eigentliches System ausmachen, oft recht bestimmt zu unterscheiden.

Auch in dieser Hinsicht ist Newton vorbildlich gewesen und hat den Geist der modernen Wissenschaft sehr gestärkt. Die hierin gegebene geistige Situation läßt sich nach verschiedenen Seiten hin entfalten. Nach einer bestimmten Seite hin haben wir sie bereits entfaltet, indem wir von dem kritisch-positivistischen Geiste sprachen, der gleichsam aus allem, was nach exakten Methoden erforschbar ist, eine besondere Insel im Reiche des Denkens herstellt. Einige, die Positivisten strengster Observanz, die Antimetaphysiker, gelangen dann leicht dahin, zu behaupten, daß es überhaupt nichts außerhalb dieser Insel gäbe, während ein echter Newtonianer nicht den Begriff des Seins ohne weiteres von dem Begriff der physikalischen Methoden abhängig zu machen braucht. Ein echter Newtonianer räumt, ähnlich wie bereits einst Bacon, die Existenz mehrerer bestimmter geistiger Gefüge (oder Systeme) innerhalb eines und desselben seelischen Individuums ein, diese Gefüge können einander über- und untergeordnet sein.

Durch die Herstellung jener Insel des exakt Erforschbaren wurde die Welt der Naturdinge gespalten. Denn an dem methodisch abstrakt und klar Erkannten haftete immer noch eine rätselhafte konkrete Seite, deren man nicht in gleicher Weise Herr werden konnte. Diese Seite konnte einer freieren Art des geistigen Erfassens überlassen werden.

Um ein Beispiel von Strukturzerlegungen der geistigen Inhalte einer denkenden Seele aus der mittelalterlichen Geschichte zu geben, erinnern wir hier an den Araber Alhazen, der im elften Jahrhundert in Spanien lebte und eine Abhandlung „Über das Licht“ herausgab, in der zwischen den Fragen nach dem „Was“ des Lichtes und dem „Wie“ des Lichtes unterschieden wird. Die erstere Frage soll nach Alhazen in die Philosophie, die zweite in die Mathematik gehören. Wir haben dies bereits in dem Abschnitt über Kepler erwähnt⁵¹⁴.

Dieser bei Alhazen aufgestellte Unterschied der Struktur-systeme des Denkens und der Wissenschaft zeigt eine gewisse Analogie zu den Unterschieden, mit denen wir es bei Newton zu tun haben. Doch ist nichtsdestoweniger zwischen Alhazen und Newton bereits eine gewaltige Veränderung vor sich gegangen. Die mathematikgebundene exakte Naturwissenschaft hat sich zu einem eigenen Systeme von ganz neuer Art ausgestaltet, und dieses System hat sich mitten zwischen

die Mathematik und die Philosophie als etwas Selbständiges hineingeschoben. So sah Alhazen die Dinge noch nicht.

Es wäre unphilosophisch, wollte man den Gegensatz der Wissenschaften, wie ihn etwa Alhazen aufstellt, als etwas ganz Einfaches und Selbstverständliches hinnehmen. Auch machen es sich manche heutige Menschen damit allzuleicht, wenn sie etwa glauben, daß sie in dem Gegensatz der Worte: Formalwissenschaft (Mathematik) und Realwissenschaft (oder Sachwissenschaft) bereits eine Lösung in Händen hielten. Stellt man andererseits die beiden Termini: exakte Naturwissenschaft und Philosophie, einander gegenüber, so empfindet heute jedermann sogleich, daß hier ein Problem vorliegt.

Blicken wir von Alhazen über Newton in die weitere Entwicklung, besonders in die der philosophischen Spekulation hinein, so könnten wir die Neukantische Formulierung erwähnen, daß uns Menschen nur die Erkenntnis von Relationsbegriffen, nicht aber von Seinsbegriffen angemessen ist⁵¹⁵. Oder wir könnten auch der Ansicht David Humes gedenken, daß es neben dem Systeme der *science* ein Gebiet des *belief* gebe. Blicken wir aber in die Vergangenheit des Mittelalters zurück, so können wir, außer der Alhazenschen Unterscheidung, auch der scholastischen Unterscheidung zwischen einer Erkenntnis „*secundum fidem*“ und einer Erkenntnis „*secundum rationem*“ gedenken, die hier in entfernter Parallele herangezogen werden könnte. Hier ließe sich folgende völker- und kulturgeschichtliche Vergleichung machen. Es war der deutsche Meister Eckhardt, der Mystiker, gewesen, der am Ende des Mittelalters die Spaltung zwischen Erkennen und Glauben in großartigen Intuitionen und in einer tiefen Sprache des Herzens und des zum Handeln treibenden Willens zu überwinden strebte. Das geschah noch auf katholischem Boden. Analog hat später der deutsche Philosoph Kant auf protestantischem Boden die Humesche Zerreißung zwischen den Wissenschaftskräften einerseits und dem breiteren Seinsglauben andererseits durch seine Transzendentalphilosophie zu überwinden gesucht. Denn durch diese Disziplin wollte er der „*science*“ die transzendentalen Beziehungen zum Sein, in jenem tiefsten und letzten Sinne, zum Reiche des „*belief*“, zurückgewinnen. Umgekehrt aber wie die Deutschen, waren die Engländer und die Romanen in den Höhepunkten ihres geistigen Schaffens etwas

mehr zur Statuierung von Scheidewänden und zur schlichten Hinnahme einer Notwendigkeit verschiedener Systeme und Register in der denkenden Seele bereit. Wir finden das bereits bei Bacon. Aber selbst Kant kann ein großer Scheidekünstler genannt werden. Auch Newton ist in dieser Hinsicht äußerst charakteristisch und für die Philosophiegeschichte äußerst wichtig. Daher sind wir bei diesen Fragen der Newtonschen Philosophie etwas länger verweilt und haben auf die Entwicklungen und Perspektiven der Folgezeit kurz hingewiesen.

Viel umstritten sind in neuerer Zeit Newtons Lehren vom absoluten Raum und der absoluten Zeit. Hiermit treten wir in einen neuen Fragenkreis ein. Will man in diesen Lehren etwas Dogmatisches finden, so wäre es doch jedenfalls etwas Dogmatisches von der gesündesten Art; es zeigt sich in diesen Aufstellungen der Mut und die Energie eines starken Geistes; denn es liegt in ihnen die Anerkennung, daß es bei allen Relativierungen doch letztthin etwas Absolutes geben müsse. Der absolute Raum und die absolute Zeit sind nicht etwas, was wir kennen, wohl aber etwas, dessen Sein von uns, nach der Art einer Kantischen Vernunftidee, als Ziel alles unseres Suchens postuliert wird.

Würde die heutige Ansicht einiger recht behalten, daß Zeit und Raum niemals von Menschen mit Bestimmtheit gegeneinander aufgerechnet werden könnten, so würde es doch immerhin dabei bleiben, daß es eine vierdimensionale raum-zeitliche Mannigfaltigkeit gäbe, die dann als absolut zu gelten hätte. Es würde sich also nur um eine gewisse Änderung innerhalb des Systems derjenigen Bestimmungen handeln, denen wir Absolutheit zuschreiben. Vielleicht würden dann das Minkowskische Kontinuum und die Lichtgeschwindigkeit als absolut anzusehen sein, während von Newton ein absoluter Raum und eine absolute Zeit angenommen worden sind⁵¹⁶.

Newton erkannte sehr wohl, daß wir Menschen einstweilen nur eine Annäherungserkenntnis davon besitzen, welche zwei Zeitspannen als absolut gleich anzusehen seien, und daß wir vielleicht nie ganz über ein bloß relatives Wissen davon hinausgelangen werden. Wir beurteilen die Länge einer Sekunde nach der Kenntnis, die wir von der Dauer einer Erdrotation haben. Aber es könnte astronomische Einflüsse geben, welche diese Rotationen ein wenig ungleich gestalten.

Solange wir diese nicht restlos kennen, würde unser Urteil über Zeitmaße eine gewisse Unsicherheit behalten. Die Astronomie räumt nur schrittweise solche Schwierigkeiten aus dem Wege. Es ist schon vorgeschlagen worden, unseren Maßstab der Zeit von astronomischen Daten unabhängig zu machen und die Dauer einer Wellenschwingung bestimmter Spektrumlinien des Natriumlichtes zur Grundeinheit der Zeitschätzung zu machen. Dies diene zur Erläuterung jener Einsicht in die Relativität unserer Messungen und Urteile, die auch Newton besaß.

Was von der Zeit gilt, gilt analog vom Raume. Nun entstehen hinsichtlich des Raumes aber einige besondere Probleme. Die theoretische Mechanik fragt sich, wie weit ihre Axiome und ihre Urteile über Kräfte und Bewegungen es überhaupt erfordern, daß die Tatsachen der Natur auf einen absoluten Raum bezogen werden. Aus den Newtonschen Prinzipien der Mechanik ergibt sich in dieser Hinsicht folgendes. Wenn wir uns vorstellen, daß innerhalb eines wirklich absoluten Raumes ein anderer speziellerer Raum sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit geradlinig vorwärtsbewegt und daß innerhalb dieses spezielleren Raumes eine Körperwelt sich nach Newtonschen Gesetzen bewegen würde, so würde es prinzipiell für immer unmöglich sein, jemals den Grad der Bewegung dieses spezielleren Raumes irgendwie zu erfahren oder festzustellen. Der Gedanke an eine Unterscheidung zwischen jenem spezielleren bewegten Raum und dem wirklich absoluten Raume hätte also wenig realen Sinn; er wäre von seiten des Menschengenies fast nur ein Phantasiespiel. (Um die Frage nach der Bewegung des spezielleren Raumes in dem wirklich absoluten Raum richtig zu verstehen, braucht sich der in diesen Gedankengängen Ungeübte nur vorzustellen, daß der speziellere Raum von einer Äthermaterie erfüllt sei, der wirklich absolute Raum aber nicht. Es wäre also für uns Menschen gleichgültig und für immer unerfahrbar und mithin beinahe eine sinnlose Frage, ob sich diese Äthermasse, welche die materielle Welt trägt, selbst bewegt oder nicht.)

Allein die Sache wird sofort anders — und daraus ergibt sich, daß das Phantasiespiel doch kein sinnloses war — wenn wir annehmen, daß der die Welt tragende speziellere Raum in eine beschleunigte Bewegung einträte. Dann würden wir an den inneren Störungen in der Körperwelt

etwas davon merken; wir könnten also dann den relativbewegten Raum von dem wirklich absoluten Raum unterscheiden. Ebendieselbe Erkenntnissituation besteht, sobald sich etwa der Ätherraum, der die Sternwelt trägt, zu drehen anfangen würde. Auch wenn sich dieser Raum beständig mit gleichförmiger Rotationsgeschwindigkeit dreht (ohne Rotationsbeschleunigung also), würden wir es merken. Es würden dann nämlich Zentrifugalkräfte in dem bewegten System auftreten. Existierte zum Beispiel in der Welt nichts als ein einziges Glas Wasser, so könnten wir so gleich mit Bestimmtheit sagen, ob es sich um seine eigene Achse dreht, oder ob es absolut (in Hinsicht der Drehung) stillsteht. Denn wenn es sich in Drehung befände, würde die Wasseroberfläche eine leichte Krümmung annehmen, welche von der Zentrifugalkraft im Wasser herrühren würde. An dieser Krümmung würden wir die Bewegtheit unseres Systems — speziell den Rotationszustand des Wasserglases — erkennen.

Im Zusammenhang mit den Grundgesetzen der Newtonschen Mechanik muß also zum Teil wenigstens die Möglichkeit einer Einsicht in die Frage nach Ruhe oder Bewegtheit des uns umgebenden Raumes angenommen werden. Wir sehen allerdings, daß diese Annahme einer Absolutheit bzw. einer approximativen Erkennbarkeit der Absolutheit nur in gewissen Hinsichten gilt, und darin liegt allerdings etwas Unharmonisches, Herausforderndes für unsere spekulative Vernunft. Ferner wird man sich eingestehen müssen, daß diese partielle Absolutheitslehre nur im Zusammenhang mit der Axiomatik der Newtonschen Mechanik behauptet werden kann. Vielleicht ist diese Axiomatik falsch oder einseitig, oder einer künftigen Wandlung fähig? (Vielleicht erweist sich eines Tages, daß die gekrümmte Oberfläche des Wassers im Glase gar nicht von Zentrifugalkräften herzurühren braucht, sondern auch anders gedeutet werden kann?) Mit der Möglichkeit einer solchen veränderten Auffassung des gesamten mechanischen Geschehens würden natürlich auch die bisherigen Behauptungen über die partielle Erkennbarkeit eines absoluten Raumes und unsere Urteile in dieser Richtung aufhören müssen oder wenigstens einer Wandlung unterworfen sein. Allein dies sind doch nur Antizipationen fernliegender Möglichkeiten. Praktisch gesprochen: man rechnet vorläufig überhaupt nur mit der

Möglichkeit sehr feiner Änderungen unserer Auffassung, bei denen es sich nur um minimale Quantitäten des Raumes und der Zeit handeln würde; im Groben und Großen steht die Gesamtheit unserer mechanischen und physikalischen Anschauungen so fest, daß in jedem Falle die Aufstellungen Newtons als eine sehr gute Approximation an die wirklichen Verhältnisse in Geltung bleiben würden.

Sobald wir nämlich den bloßen Formalismus der Mathematik verlassen und an ein System der Natur glauben — gleichsam an einen geistigen, bestimmten Willen in der Schöpfung, an den Willen nämlich, daß alles irgendwie architektonisch gegliedert und aufgebaut sein solle —, dann kann es keinen absoluten Relativismus mehr geben, sondern es tritt die Frage auf, ob die eine oder die andere Ansicht mehr Anspruch darauf habe, als eine Annäherung an das absolute System der Natur angesehen zu werden. Die Forderung der Machianer könnte dann nur noch dahin gehen, daß wir uns in dieser Frage nicht entscheiden dürften, ehe wir genug empirische Gründe für eine Entscheidung haben. Würden wir uns aber alsdann z. B. noch heute für Ptolemäus und gegen Kopernikus entscheiden wollen, so müßte die Mechanik erst noch erfunden werden, welche die uns bekannten Tatsachen dann zu tragen vermöchte. „Die Drehung des Fixsternhimmels um die ruhende Erde“, sagt Paul Volkmann, „setzt ein überaus künstliches System von Kräften im Sinne Newtons voraus“⁶¹⁷.

Von der Frage nach der empirischen Erweisbarkeit eines absoluten Raumes im Newtonschen Sinne ist die Frage zu unterscheiden, ob man dessen Existenz auch außerhalb solcher Erweisbarkeit, also gleichsam als metaphysisches Postulat oder als einen apriorischen Satz oder als eine Angelegenheit des Glaubens anzunehmen habe.

Newton selbst drückt sich zur Begründung seiner Lehre von Raum und Zeit folgendermaßen aus: „Die natürlichen Tage, die gewöhnlich für gleich gehalten werden, sind eigentlich ungleich. Diese Ungleichheit verbessern die Astronomen, indem sie die Bewegung der Himmelskörper nach der richtigen Zeit messen. Es ist möglich, daß keine gleichförmige Bewegung existiert, durch welche die Zeit genau gemessen werden kann; alle Bewegungen können beschleunigt oder verzögert sein, allein der Verlauf der absoluten Zeit kann nicht geändert werden.“ Dazu sagt Ernst Mach:

„Es scheint, als ob Newton bei den eben angeführten Bemerkungen noch unter dem Einfluß der mittelalterlichen Philosophie stände, als ob er seiner Absicht, nur das Tatsächliche zu untersuchen, untreu würde... Wir sind ganz außerstande, die Veränderungen der Dinge an der Zeit zu messen. Die Zeit ist vielmehr eine Abstraktion, zu der wir durch die Veränderung der Dinge gelangen... Eine Bewegung kann gleichförmig sein in bezug auf eine andere. Die Frage, ob eine Bewegung an sich gleichförmig sei, hat gar keinen Sinn. Ebensowenig können wir von einer ‚absoluten Zeit‘ (unabhängig von jeder Veränderung) sprechen. Diese absolute Zeit kann an gar keiner Bewegung abgemessen werden, sie hat also auch gar keinen praktischen und auch keinen wissenschaftlichen Wert, niemand ist berechtigt, zu sagen, daß er von derselben etwas wisse; sie ist ein müßiger ‚metaphysischer‘ Begriff⁵¹⁸.“ Das ist sehr energisch gesprochen; aber ob Mach recht hat, steht noch dahin.

Über den relativen und den absoluten Raum, als über das korrespondierende Problem, drückt sich Newton folgendermaßen aus⁵¹⁹: „So bedienen wir uns, und nicht unpassend, in menschlichen Dingen statt der absoluten Orte und Bewegungen der relativen; in der Naturlehre hingegen muß man von den Sinnen abstrahieren. Es kann nämlich der Fall sein, daß kein wirklich ruhender Körper existiert, auf welchen man die Orte und Bewegungen beziehen könnte.“ — Newton kommt dann auf die Zentrifugalkräfte zu sprechen, deren die Flüssigkeiten deformierende Wirkung, in gewissen Fällen wenigstens (wie wir gesehen haben), die absolute und die relative Bewegung unterscheidbar macht. Von dem Versuch mit einem rotierenden Wasserbecken sagt Newton: „Diesen Versuch habe ich selbst gemacht.“ . . . „Die wahren Bewegungen der einzelnen Körper zu erkennen und von den scheinbaren zu unterscheiden, ist übrigens sehr schwer, weil die Teile jenes unbeweglichen Raumes, in denen die Körper sich wahrhaft bewegen, nicht sinnlich erkannt werden können. Die Sache ist jedoch nicht gänzlich hoffnungslos.“ Newton ist sich darüber ganz klar, daß das, was er in bezug auf die Unterscheidbarkeit des Relativen und Absoluten durch die Erscheinungen der Zentrifugalkraft gesagt hat, nicht ebenso für die Unterscheidbarkeit des Relativen und Absoluten bei einer gleich-

förmigen geradlinigen Vorwärtsbewegung gesagt werden könnte. Der Feststellung einer absoluten „Translation“ — so heißt der Terminus für die bloß geradlinige gleichmäßige Vorwärtsbewegung — könnte man sich nicht einmal approximativ nähern. Darauf legt nun Ernst Mach hier den Finger und glaubt, Newton eine gewisse Unbehaglichkeit bei diesen axiomatischen Erörterungen nachsagen zu können. Er spürt den Newtonschen Motiven in folgender Weise nach: „Während Galilei in seiner Fluttheorie in ganz naiver Weise die ruhende Fixsternsphäre zum neuen Koordinatensystem wählt, bemerken wir bei Newton Zweifel, ob ein gegebener Fixstern nur scheinbar oder wirklich ruht (Newton, Principia, 1687, pag. 11). Dies scheint ihm auch die Schwierigkeit zu bedingen, zwischen wahrer (absoluter) und scheinbarer (relativer) Bewegung zu unterscheiden. Dadurch war er auch gedrängt, den Begriff des absoluten Raumes zu statuieren. Indem er sich weiter in dieser Richtung bemüht, den Versuch . . . des rotierenden Wassergefäßes diskutiert, glaubt er zwar keine absolute Translation, wohl aber eine absolute Rotation konstatieren zu können⁵²⁰.“ Mach ist so wenig geneigt, diese Lehre Newtons vom absoluten Raume auch nur mit den gemachten Einschränkungen gelten zu lassen, daß er selbst für das Problem der relativen und absoluten Rotationsbewegung Newton unterstellt, daß Newton dabei den Blick auf die Fixsternsphäre gerichtet gehalten habe. Mach scheint damit sagen zu wollen, daß Newton die Fixsternsphäre mindestens als Halt für seine Phantasie — an Stelle der Idee des absoluten leeren Raumes — nötig gehabt hätte. Dann aber liegt Mach sogleich die Konsequenz nahe (gemäß seinem sensualistischen Glauben), daß man dann besser auch nur von der Fixsternsphäre oder der Gesamtheit aller Dinge als Bezugssystem, aber nicht vom absoluten Raume reden sollte.

Es ist hier nicht der Ort, diese schwierigen Fragen einer Lösung zuzuführen. Wir lassen es bei dem Mitgeteilten bewenden.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß das Problem des absoluten Raumes, das durch Newton in dieser prägnanten Form mit Hörnern und Zähnen der Welt präsentiert ward, einen großen Eindruck sowohl auf Berkeley als auch auf Leibniz gemacht hat⁵²¹.

Wir wenden uns nunmehr einigen Einzelfragen der Methodologie und der Axiomatik der Dynamik zu, welche in dem Systeme der Newtonschen Naturalphilosophie eine Rolle spielen.

Zunächst werden wir von dem Begriff der Induktion sprechen, wie er von Newton verstanden und für seine Leistung in Anspruch genommen ward. Im Zusammenhang damit sind seine *regulae philosophandi* zu betrachten, die er seinem Hauptwerk eingeflochten hat. Sie stellen eine summarische wissenschaftliche Methodenlehre dar; man könnte sie den vier Forschungsmaximen des Descartes an die Seite stellen.

Man kann wohl in allen jenen drei großen Leistungen der Erneuerung der Astronomie, nämlich in der des Kopernikus, des Kepler und des Newton, eine induktive Grundlage finden⁵²². Dies würde zunächst nur soviel heißen, als daß in jeder dieser Leistungen empirische Tatsachen der Wirklichkeit aufgegriffen und benutzt worden sind. Das Quantum dieser Wirklichkeitstatsachen, die in den drei Systemen erfaßt und wiedergegeben sind, ist fortschreitend für jedes dieser drei Systeme vermehrt worden. Für den Fortschritt von Kopernikus zu Kepler liegt dies auf der Hand; für den Fortschritt von Kepler zu Newton wird es bisweilen außer Betracht gelassen. Es tritt aber dieses Mehr an genauer Tatsachenerfassung zunächst in einer Kleinigkeit zutage, nämlich in einer Verbesserung, die das dritte Keplersche Gesetz erfahren hat. Im dritten Keplerschen Gesetz sind nämlich bei Kepler selbst die Massenverhältnisse des Sonnensystems außer Betracht gelassen; die Umlaufzeiten scheinen dort nur von den Längen der großen Achsen abzuhängen; das trifft nicht genau zu; denn sie sind außerdem den Summen umgekehrt proportional, die aus der Masse des jeweilig betrachteten Planeten und der Sonnenmasse errechnet werden können. Da die verschiedenen Planetenmassen gegenüber der Sonnenmasse sehr klein sind, so konnten diese so errechenbaren Modifikationen des dritten Keplerschen Gesetzes der Beobachtung Keplers allerdings leicht entgehen. — Zieht man ferner in Betracht, daß sich aus der allgemeinen Massenanziehung, die Newton lehrt, die gegenseitigen Beeinflussungen der Planeten, die sogenannten Störungen ihrer Bahnen ergaben, so wird klar, daß das hierdurch bedingte verfeinerte Bild des

ganzen Sonnensystems eine ganz beträchtliche Bereicherung an Tatsachenerfassung bedeutet.

Es wäre immerhin eine beträchtliche Freiheit im Gebrauche des Wortes Induktion, wenn der Gewinn der bezeichneten neuen Tatsacheneinsichten genügen soll, um das Verfahren Newtons induktiv zu nennen. Denn diese Tatsachen waren doch jedenfalls nicht die Ausgangspunkte des Newtonschen Gedankenganges.

Man könnte vielmehr gerade eine starke Beteiligung deduktiven Denkens in der Newtonschen Leistung erblicken. Denn wenn die Dynamik Galileis zu fordern schien, daß diejenigen Kräfte aus der Abweichung der Körper vom Trägheitsgesetze errechnet und erschlossen werden müßten, welche solche Abweichungen hervorzubringen vermochten, so bestand Newtons Leistung zunächst nur darin, diese Postulate der Galileischen Dynamik im Hinblick auf bestimmte gegebene Tatsachen durchzuführen. Darf man nun die Durchführung eines solchen Postulates einen induktiven Vorgang nennen, sei es auch, daß sie ein freies Wählen, Kombinieren und Erfinden der rechten Mittel erfordert?

Die *regulae philosophandi* Newtons, die wir nunmehr wiedergeben werden, enthalten eine wichtige Bemerkung über die Methode der Induktion. An dieser Bemerkung werden wir zeigen können, wie Newton die Induktion verstand. Whewell hat übrigens treffend hervorgehoben, daß man geradezu jede dieser vier *regulae* als eine Unterstreichung irgendeiner Seite an der großen Leistung Newtons in der Himmelsmechanik ansehen kann⁵²³.

„1. Regel: An Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge soll man nicht mehr zulassen, als wirklich sind und zur Erklärung jener Erscheinungen ausreichen.“

„Wenigstens sagen die Philosophen: die Natur tut nichts umsonst, und es würde umsonst getan sein, wenn etwas durch vieles geschieht, was mit wenigerem geschehen könnte. Denn die Natur ist einfach und treibt mit überflüssigen Dingen keinen Aufwand.“

„2. Regel: Man muß daher, soweit es angeht, gleichartigen Wirkungen dieselben Ursachen zuschreiben. So dem Atem der Menschen und der Tiere, dem Falle der Steine in Europa und Amerika, dem Lichte des Küchenfeuers und der Sonne, der Zurückwerfung des Lichts auf der Erde und den Planeten.“

„3. Regel: Diejenigen Eigenschaften der Körper, welche weder verstärkt noch vermindert werden können und welche allen Körpern zukommen, an denen man Versuche anstellen kann, muß man für Eigenschaften aller Körper halten.“

Nach der Aufzählung vieler allgemeiner Eigenschaften der Körper folgt hier: „. . . Sind endlich alle Körper in der Umgebung der Erde gegen diese schwer, und zwar im Verhältnis der Menge von Materie in jedem, ist der Mond gegen die Erde nach Verhältnis seiner Masse und umgekehrt unser Meer gegen den Mond schwer, hat man ferner durch Versuche und astronomische Beobachtungen erkannt, daß alle Planeten wechselseitig gegeneinander und die Kometen gegen die Sonne schwer sind, so muß man nach dieser Regel behaupten, daß alle Körper gegeneinander schwer sind.“

„4. Regel: In der Experimentalphysik müssen die aus den Erscheinungen durch Induktion gesammelten Sätze unbeschadet etwa entgegenstehender Hypothesen entweder genau oder näherungsweise für genau gehalten werden, bis andere Erscheinungen auftreten, durch welche sie entweder genauer wiedergegeben oder als Ausnahmen charakterisiert werden.

Es muß dies geschehen, damit nicht das Argument der Induktion durch Hypothesen aufgehoben wird²²⁴.“

Unter diesen Regeln interessiert uns am meisten die letzte, und am allermeisten der Ausdruck: „Argument der Induktion.“ In diesem Ausdruck soll liegen, daß die Induktion einen Beweischarakter habe, der Art, daß dem induktiv Erschlossenen ein gewisser Vorzugswert und eine besonders große innere Haltbarkeit für unser Urteil zukomme. Wir halten die induktiv gewonnenen Sätze für wahr und sollen an ihnen festhalten, auch wenn sich Zweifel und Bedenken melden. Solches Festhalten an dem induktiv Gewonnenen braucht zwar nicht von ewiger Dauer zu sein; neue Tatsachen, so hören wir Newton sagen, können das vermeintlich Gewonnene eines Tages erschüttern; freilich dürfen sie dies erst dann, wenn diese neuen Tatsachen unter Berücksichtigung der älteren Tatsachen richtig verarbeitet sind. Aber „etwa entgegenstehende Hypothesen“ sollen das induktiv Gewonnene nicht erschüttern dürfen. Hierin, in dieser letzten Kontrastierung, liegt nun der entscheidende Sinn und Zweck der Newtonschen Schlußbemerkung. Das induktiv Gewonnene gilt ihm gleichsam als ehrlich erarbeitet und gilt ihm als legitim, während bloße Hypothesen ihm weder

als ehrlich erarbeitet noch als ernstlich legitim gelten; und wenn wir Newton auch zu dem Geständnis zwingen könnten, daß auch bloße Hypothesen in der Wissenschaft einen Wert haben können, so würde er doch darauf bestehen, daß sie zurücktreten müßten, sobald sie mit induzierten Tatsachenwahrheiten in Konflikt geraten.

Hieraus ist nun zu ersehen, in welchem Sinne Newton seine eigene Methode als Induktion bezeichnet: es ist wesentlich der Baconsche Sinn, den er diesem Worte gibt; denn es handelt sich vor allem für Newton darum, daß man von äußeren Tatsachen auszugehen hat. Auf welchen Wegen man von den äußeren Tatsachen zu den tieferen Resultaten des Verstandes fortzuschreiten hat, danach wird allerdings weniger genau gefragt. In den Regeln 2, 3 und 4 klingt es zwar bisweilen so, als handle es sich um eine Ausdehnung von Einzelerfahrungen in größere Breiten des logischen Umfangs der Begriffe und Sätze hinein; man braucht dies aber nur für eine etwas flüchtige Anlehnung an die herkömmliche Redeweise in diesen Dingen zu halten; man kann daneben den tieferen Baconschen Gedanken von dem Vordringen in größere Wesenstiefen, vom Äußeren zum Inneren der Dinge, auch für die Interpretation der Newtonschen Meinungen zulassen. — Eine besondere Klarheit und Stärke des Denkens in diesen logischen Fragen können wir wohl Newton nicht zuerkennen. — Auch wird das Mitwirken der Mathematik in seiner Methode hier von ihm mit keinem Worte gewürdigt, während doch schon Galilei in gewissen glücklichen Augenblicken treffende und tiefe Worte gefunden hatte, um dem Begriff der Induktion durch Verknüpfung desselben mit der mathematischen Methodik ein neues Gesicht zu geben. Newton verstand diese Methoden mit vollendeter Meisterschaft zu handhaben; aber es war ihm nicht gegeben, sich ebenso klar und tief darüber auszudrücken.

In Hinsicht des Newtonschen Systems der Dynamik sind die *definitiones* Newtons und die *axiomata sive leges motus* wichtiger als die *regulae philosophandi*. Würden wir, mit Paul Volkmann, die *regulae* dem ganzen Werk, als eine allgemeine Methodenlehre des mechanisch-physikalischen Denkens, voranstellen, so würden nunmehr die Definitionen und Gesetze als die systematischen Grundsteine der neuen Disziplin zu folgen haben. Newton legte sein berühmtes

Hauptwerk in der Tat so an, daß es mit den Elementen des Euklid vergleichbar ist⁵²⁵.

Es ist klar, daß, wenn das Wesen eines wissenschaftlichen Systems hier so verstanden und so nachgeahmt werden soll, wie es in den Euklidischen Elementen geboten worden war, dann alles auf den Gegensatz eines kleinen festumrahmten Schatzes von Grundgedanken zu den weiten Gefilden der geleisteten und für die Zukunft noch zu erwartenden Ausführungen der Wissenschaft ankommt. Daß in den Wissenschaften solche Systemarchitekturen sehr hochgeschätzt werden, ist bekannt. Daß eine solche Architektur nun auch für die Mechanik hergestellt worden ist, ist für die Gesamtgeschichte der neueren Wissenschaft und Philosophie von gewaltiger Bedeutung gewesen. In Kants System der Grundsätze der reinen Naturwissenschaft ist das Vorbild des Newtonschen Entwurfs später auf philosophische Weise — leider weit weniger haltbar — nachgeahmt worden.

Die Frage, ob es eigene apriorische Prinzipien für die Naturwissenschaft gibt und ob dieselben von Newton wirklich richtig gefunden worden seien, ist strittig. Wir werden die Newtonschen Definitionen und Axiome mitteilen und alsdann ihren erkenntnistheoretischen Charakter kurz beleuchten.

„Definition I: Masse ist das Maß der Materie, gewonnen aus deren Dichtigkeit und Größe zusammen.

Definition II: Bewegungsquantum ist das Maß der Bewegung, gewonnen aus deren Geschwindigkeit und der Masse des bewegten Körpers zusammen.

Definition III: Die der Materie *innewohnende* Kraft ist die Fähigkeit des Widerstandes, durch welche ein jeder Körper, so viel an ihm liegt, in seinem Zustande beharrt, sei es in der Ruhe oder indem er sich gleichförmig in gerader Richtung bewegt.

Definition IV: Die dem Körper *zugeführte* Kraft ist die auf einen Körper ausgeübte Aktion zur Veränderung seines Zustandes, sei es der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in gerader Richtung.

Gesetz I: Jeder Körper verharrt in seinem Zustande, sei es der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in gerader Richtung, sofern er nicht von zugeführten Kräften gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.

Gesetz II: Die Veränderung der Bewegung ist der zugeführten bewegendenden Kraft proportional und erfolgt in derjenigen geraden Linie, in welcher jene Kraft zugeführt wird.

Gesetz III: Der Aktion ist stets gleich und entgegengesetzt eine Reaktion, oder: die Aktionen zweier Körper sind einander stets wechselseitig gleich und nach entgegengesetzten Seiten gerichtet."

Die Reihe der Definitionen ist hier nicht vollzählig wiedergegeben worden⁵⁹⁶.

Zur Erklärung dieser Definitionen und Gesetze sei summarisch zunächst folgendes gesagt. Sie sind von empirischen Beimengungen nicht frei. So ist zum Beispiel das dritte Gesetz, welches die eigentümlichste, geistvolle Leistung Newtons ist und welches man kurz das Gesetz der Aktion und Reaktion nennt, sogar bereits auf Grund bestimmter Erfahrungen von der neueren Mechanik in Frage gestellt worden. Wir dürfen daher von der Gesamtheit dieser axiomatischen Bestimmungen, mögen sie Definitionen oder Gesetze heißen, nur sagen: daß sie für einen bestimmten Zweck als bewährte geistige Mittel anzusehen sind. Es handelt sich um eine Apriorität ad hoc, um eine nur relative Apriorität, von der man nicht mit Gewißheit voraussehen kann, wie lange sie vorhalten und gelten bleiben wird. Es mögen in ihr Bestandteile aus der Erfahrung mit Bestandteilen aus reiner Vernunft gemischt sein, jedoch ist diese Mischung eine derartige, daß niemand sie heute zerlegen kann. Erst der Fortschritt der Mechanik selbst kann hier Klärungen bringen; allmählich werden die kommenden Geschlechter sehen, was ersetzbar, was relativierbar, was willkürlich ist und was schließlich wohl gar als falsch bezeichnet werden muß. Dadurch wird sich dann das wahre, letzte Apriori als solches von selbst ausscheiden.

Ohne Zweifel haben die tieferen Gehalte der Newtonschen Definitionen und Gesetze den Charakter von Postulaten, an die sich der Mechaniker halten muß, um fortan rational verfahren zu können. Aber das kann, wie gesagt, streitig sein, wieviel wirkliche letzte Apriorität und wieviel empirisch Aufgenommenes in diesen Postulaten steckt. Newton selbst hat sich darüber nicht ausgesprochen; es scheint aber, daß er geneigt war — vielleicht in Anlehnung an die Sprache Bacons —, die Behauptung aufrecht zu erhal-

ten, daß diese seine Gesetze durchaus induktiv gewonnen worden seien. Neben dieser Dunkelheit besteht noch die zweite, daß kaum im Ernste behauptet werden kann, daß die so formvoll scheinende Gliederung des rational-empirischen Gehalts der Axiomatik in eine Anzahl von Definitionen und Gesetzen mehr als ein äußerliches Kunstwerk der Darstellung sei.

Ein wesentlicher durchgreifender Unterschied oder Gegensatz zwischen den Gesetzen und den Definitionen läßt sich nicht finden. Man tut am richtigsten, mit Paul Volkmann zu sagen: die Definitionen bereiten die Formulierung der Gesetze vor. Es hätte auch nicht viel Wert, sich hier auf den logischen Unterschied von Begriff und Urteil stützen zu wollen, auch nicht auf die logische Unterscheidung zwischen Nominaldefinition und Realdefinition. Auch diese letztere Unterscheidung würde sich nicht als brauchbar erweisen, um die Inhalte der Newtonschen Axiomatik zu säubern und zu klären. Denn selbst eine Nominaldefinition bietet uns auf diesem Gebiet einen Begriff meistens mit der latenten Versicherung an, daß es lohnen werde, es mit ihm zu versuchen. Der Axiomatiker hatte bereits eine sachlich orientierte Wahl getroffen, als er den nominalen Begriff präparierte und einführte; denn die Zahl der Begriffe, die er überhaupt nominal hätte präparieren können, ist unendlich.

Gesetz I und II geben die bekannten Galileischen Postulate wieder, die wir bereits wiederholt verdeutlicht haben. Definition III und IV bieten den gleichen geistigen Inhalt wie Gesetz I und II, nur in etwas zurückhaltender, weniger urteilsmäßig geschlossener Form. Definition I und II enthalten etwas Bestimmteres und Spezielleres; insbesondere enthält die Definition I eine dogmatische Ansicht über die materielle Natur der Körper, mit denen die Mechanik sich zu beschäftigen und um derentwillen sie den Begriff der Masse einzuführen haben wird.

Wie sehr es sich bei solchen Systematisierungsversuchen um erkünstelte Architekturen zu handeln pflegt, sieht man an der Gegenüberstellung der *vis insita* (der innewohnenden Kraft) und der *vis impressa* (der zugeführten Kraft). Paul Volkmann macht darauf aufmerksam, daß von dem Ausdruck *vis insita* in der Folge von Newton überhaupt kein Gebrauch gemacht wird. Der Begriff der *vis insita* soll

etwas Ähnliches wie Trägheit besagen, soll aber doch in der Art der Auffassung von der Trägheit, *vis inertiae*, unterschieden werden⁵²⁷.

Gesetz I und II sprechen von der Trägheit und von der Proportionalität des Verhältnisses von Kraft und Beschleunigung. Paul Volkmann sagt in freier Deutung und etwas willkürlicher Zurechtlegung, jedoch nicht ohne guten Sinn, daß Gesetz I und II zusammen als ein einziges Elementarprinzip für die Auffassung infinitesimaler Verhältnisse Anwendung finden, während man Gesetz III in dieser Hinsicht eher als ein Integralprinzip ansprechen könnte und es so jenen beiden ersten Gesetzen kontrastierend gegenüberstellen könnte. Denn Gesetz III gestattet uns, wirkliche Ganzheiten der Natur ins Auge zu fassen, die sich aus sehr mannigfachen Teilbeziehungen zusammensetzen können; Gesetz I und II aber „beziehen sich auf theoretisch sehr einfache Vorgänge, die sich praktisch, streng genommen, gar nicht realisieren lassen.“

Die neuere Kritik der fortschreitenden Mechanik des letzten Jahrhunderts hat die Newtonsche Axiomatik nicht unangetastet gelassen. Man hat den Grundbegriff der Masse angefochten, vielleicht mit Unrecht.

Ernst Mach hat die Definition I, welche den Begriff der Masse behandelt, eine Scheindefinition genannt, welche nichts klarer mache. „Menge der Materie“ sei „keine Vorstellung, welche geeignet wäre, den Begriff Masse zu erklären und zu erläutern, da sie selbst keine genügende Klarheit hat. Dies gilt auch dann, wenn wir, wie es manche Autoren getan haben, bis auf die Zählung der hypothetischen Atome zurückgehen. Wir häufen hiermit nur die Vorstellungen, welche selbst einer Rechtfertigung bedürfen⁵²⁸“.

Mit weit mehr Recht hat Paul Volkmann darauf hingewiesen, daß der Newtonsche Begriff der Masse eine ganz handgreifliche Menge sinnlich-empirischer Erlebnisse hinter sich hat. An den Vorgängen der Kompression und Dilatation könne man sich den Begriff der Dichte klar machen. Ein materieller Körper, der auf die Hälfte seines Volumens komprimiert ist, hat die doppelte Dichte. Diese Erfahrung erzeugt, da die Identität des Körpers mit sich selber dabei vorausgesetzt wird, den Begriff der Dichte. Auf den Begriff der Dichte ist dann der der Masse zu stützen. In diesem Hinweise haben wir ein Beispiel dafür, was Volkmann als

den induktiven Grundzug der Newtonschen Mechanik betrachtet. Newton selbst hat die Erfahrungen der Kompressibilität unter seinen Erläuterungen zur Definition I herangezogen. Neben diesen Erfahrungen, die dem Begriffe der Masse vorangehen, gibt es aber auch noch empirische Momente in den Zwecken, denen der Begriff der Masse fortan in der Mechanik dienen soll. Der Begriff der Masse muß nämlich in der Mechanik sowohl aus dem verstanden werden, was hinter ihm liegt, als aus dem, was vor ihm liegt. Die Newtonschen Definitionen, sagt Volkmann, wollen zwar im allgemeinen „Nominaldefinitionen, und keine Realdefinitionen sein. Man darf (aber) darum ihre Bedeutung nicht unterschätzen. Durch die Zweckmäßigkeit ihrer Wahl, die durch den Hinblick auf eine Reihe von Erfahrungstatsachen gegeben ist, bereiten sie die präzise Behandlung der Materie in geschickter Weise vor, indem sie der Aufmerksamkeit von vornherein eine gewisse Richtung anweisen...⁵²⁹“ Infolge dieser prospektiven Beziehung des Massenbegriffs auf seine spätere Verwendung ist es möglich, ihn auch aus diesen späteren Verwendungsbedingungen heraus zu definieren. Dies hat Ernst Mach getan, indem er gezeigt hat, daß die Geltung des Prinzips der Aktion und Reaktion, welches in seiner Formel die Massen der Körper benutzt, einen Erkenntnisgrund für den Begriff der Masse abgeben kann. Man kann die Massen auf Grund der Anwendungen, in die sie gemäß dem Reaktionsprinzip verstrickt werden, meßbar machen, und das heißt dann für einen Denker Machscher Richtung gleich so viel, wie man könne sie auf diese Weise definieren. Wir glauben demgegenüber mit Paul Volkmann, „daß der Begriff der Masse . . ., ebenso wie aus den andern Prinzipien Newtons, (zwar) auch aus dem Reaktionsprinzip seine Erläuterung finden kann, daß wir dem Begriffe der Masse aber einen großen Teil seines reichen Inhalts nehmen, wenn wir seine Erläuterung lediglich auf das Reaktionsprinzip beschränken⁵³⁰ . . .“ Ich habe in meiner „Naturphilosophie“ derartige Probleme auf die allgemeine Grundlage gestellt, daß solche kategorialen Begriffe, wie der der Masse, allseitig fast unentwirrbar in der Erfahrung und im Denken verankert sind, so daß eine reinliche Genese derselben wohl kaum möglich ist. Dies hindert nicht, daß relative Anordnungen systematischer Natur zwischen ihnen getroffen werden können, in denen ein Begriff aus dem

andern in bestimmter Reihenfolge scheinbar abgeleitet oder wenigstens sinnvoll an ihn angeschlossen wird. Einer ähnlichen Ansicht scheint auch Bavink in seinem Werke „Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft“ zu sein. Das „Messungsverfahren ist keine Definition“ heißt es dort kurz und bündig — und richtig⁵⁰¹.

Daß Newton seine Axiome als „allgemeine Erfahrungstatsachen“ angesehen habe und sie als solche habe präsentieren wollen, steht auch für Dühring fest. Er verweist, um dies zu belegen, darauf, daß bei der dritten *regula philosophandi* die Trägheitskraft als etwas erwähnt wird, worauf man ebenso wie auf die durchgängige Beweglichkeit der Körper erst empirisch schließen müsse. Newton hege „überhaupt nicht die Absicht, zwischen Erfahrung und bloßer Denknötwendigkeit prinzipiell zu unterscheiden“.

Eugen Dühring ist es weniger als Ernst Mach und Paul Volkmann um die Axiomatik Newtons zu tun. Ohne daß er bestritte, daß der wesentliche Gehalt der reinen Mechanik durch Newton erschöpft sei, meint er, daß „gerade die Präliminarien bei ihm nicht das Bedeutendste gewesen“ sind. Der Folgezeit sei es vorbehalten gewesen, die axiomatischen Grundlagen der Mechanik sorgfältiger zu erörtern. Dabei macht er aber wieder das Zugeständnis zugunsten des Vollgehalts der Newtonschen Axiome, diese in der Folgezeit hervortretenden Prinzipienbildungen „nicht sowohl axiomatische als schematische Sätze“ zu nennen⁵⁰².

Wir weisen noch kurz darauf hin, daß unter Newtons eigensten Beiträgen zum Inhalte seiner Axiomatik der bedeutendste ohne Zweifel das Prinzip der Aktion und Reaktion ist. Ernst Mach sagt darüber: „Vielleicht die wichtigste Leistung Newtons in bezug auf die Prinzipien ist die deutliche und allgemeine Formulierung des Prinzips der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung, von Druck und Gegendruck“ . . . „Ohne Frage ist die erste Anregung zur Aufstellung des Prinzips rein instinktiver Natur“ . . . „Je rascher wir einen großen Stein fortschleudern, desto mehr wird unser eigener Leib zurückgedrängt. Druck und Gegendruck gehen parallel. Die Annahme der Gleichheit von Druck und Gegendruck liegt nahe, wenn wir uns (nach Newtons eigener Erläuterung) zwischen zwei Körpern . . . eine gespannte oder gedrückte Spiralfeder denken⁵⁰³.“

Man hat jedoch, wie schon bemerkt, auch das Reaktions-

prinzip, das III. Gesetz Newtons, sachlich angefochten; diese Anfechtung würde zu Recht bestehen, falls die Kräfte Zeit brauchen, um sich von einem Punkt zum andern im Raum fortzupflanzen, eine Frage, die nur empirisch entschieden werden kann und noch der Entscheidung harrt⁵⁵⁴.

Indem wir die Darstellung der Newtonschen Axiomatik der Dynamik abschließen, stellen wir fest, daß das System der Definitionen und Grundgesetze der Bewegung, das wir soeben betrachtet haben, durch zwei Jahrhunderte hindurch eine ansehnliche innere Festigkeit und Geschlossenheit behauptet hat. So sehr auch eingeräumt werden muß, daß es nicht in sich vollkommen ist, etwa in der Art, wie Euklids Elemente vollkommen sind, und so sehr es daher möglich sein mag, daß eine zukünftige Formgebung der mechanischen Wissenschaft es zerreißen könnte, so ist dieser Umsturz dennoch bis heute noch keine vollendete Tatsache.

Es wird, wie wir hoffen, aus unserer Darstellung immer deutlicher und deutlicher geworden sein, was unter einem System der Natur im Sinne der exakten modernen Naturwissenschaft verstanden werden muß. Der Begriff eines solchen Systems unterscheidet die mathematische Naturwissenschaft von der Mathematik. Bereits bei der Erörterung der Keplerschen und Galileischen Ansichten sprachen wir hiervon. Denn die Idee, daß es so etwas geben könne, eine quasi rationale Wissenschaft von der Natur neben der Mathematik, das war es, was in der Gedankenwelt eines Alhazen noch fehlte und was für den gesamten wissenschaftlichen Geist der Neuzeit überaus wichtig geworden ist. Die Idee eines solchen Systems der Natur erfordert zunächst nur ein Minimum besonderer axiomatischer Ingredienzien. Zu ihnen dürfte man auch jene Newtonschen Anschauungen zählen — wofern man sie für richtig hält —, daß es in raumzeitlicher Hinsicht irgend etwas Absolutes, irgendein festes Bezugssystem geben müsse. Im weiteren wären zu diesen axiomatischen Ingredienzien die Begriffe der Masse, der Kraft und des Gesetzes zu zählen. Alsdann kämen die übrigen Axiome der Dynamik. Über den relativen Wert und das relative Recht und die relative Unentbehrlichkeit jedes dieser Bestandstücke herrscht noch Streit⁵⁵⁵. Vermag man diesen Streit auch nicht zu entscheiden und vermag man diese Grundsätze des Systems der Natur auch nicht befriedigend abzuleiten, so vermag man aber andererseits auch nicht,

praktisch um sie herumzukommen. Bisher wenigstens hat die Existenz und die Möglichkeit einer mathematischen Physik von diesen Ingredienzien gelebt.

Zuletzt erwähnen wir nochmals den Umstand, daß die Mechanik bei Newton in zwei Stockwerke zerlegt ist. Über den soeben besprochenen allgemeinen Grundlagen einer jeden Mechanik erhebt sich erst als ein zweites Stockwerk die spezielle Mechanik der Gravitation. Newton scheidet „sehr streng“, sagt Paul Volkmann, „zwischen den Grundlagen auf der einen Seite und dem Gravitationsbegriff auf der anderen Seite“. Eine Mittelstellung zwischen beiden Disziplinen würde der heutige Begriff der Zentralkraft einnehmen können, d. h. der Begriff einer Kraft, welche nur von einem Punkte ausgehen und nur an einem Punkte angreifen kann. Könnte es nicht auch Kräfte geben, welche dieser einschränkenden Bedingung nicht unterliegen? Es ist hier nicht der Ort, dieser Frage nachzugehen; Paul Volkmann glaubt es, daß eine hinreichend breit angelegte Mechanik mit solchen Kräften, die nicht Zentralkräfte wären, zu rechnen haben würde, und im Zusammenhang damit behauptet er auch, daß das untere Stockwerk der Newtonschen Mechanik diese Möglichkeit offen hielte. Mach und Boltzmann, sagt Volkmann, hatten diese feine Newtonsche Unterscheidung zwischen einer allgemeinen und einer spezielleren Mechanik mißachtet und von vornherein (allzu voreilig) die sich aus dem Wesen der Gravitation ergebenden Anschauungen in ein einziges breites System der Mechanik hineingezogen.

Eine so glänzende Struktur in Stockwerken, wie sie Paul Volkmann sich denkt, wird man den Wissenschaften freilich in der Regel nicht geben können; vielleicht war dies selbst in der reinen Mechanik nur vorübergehend, in jenem glücklichen Augenblicke, möglich, als Newton seine großen Entwürfe ausarbeitete¹³⁶.

BIBLIOGRAPHISCHER WEGWEISER

Textausgaben

1. Bacon, Fr., Opera, Ausgabe von Ellis, Spedding und Heath, 7 Bde., London, 1857—1859.
2. —, Letters and Life. By James Spedding. Ergänzung der obigen Gesamtausgabe, 6 Bde., London, 1862—1872.
3. —, Opera, Gesamtausgabe, nur lateinisch, in 1 Bd., Frankfurt, 1665.
4. —, Novum Organum, edited with Introduction, Notes etc. by Thomas Fowler, 2. Aufl., Oxford, 1889.
5. Galilei, G., Opere, ed. Albèri, in 16 Bdn., Florenz, 1842 bis 1856.
6. —, Opere, Ed. Nazionale, in 19 Bdn., Firenze, 1890—1907.
7. Gassendi, P., Opera, ed. Sorbière, Lugd., 1658.
8. Huyghens, Chr., Oeuvres, 11 Bde., hrg. v. d. holl. Gesellschaft der Wissenschaften, 1898—1908.
9. Kepler, J., Opera omnia, 8 Bde., Frankfurt, 1858—1871.
10. Kopernikus, N., De revolutionibus orbium coelestium, Thorn, 1891 (Thorner Säkular-Ausgabe).
11. Lionardo da Vinci, Reproduktion seiner Manuskripte in 6 Foliobänden, Paris, 1881 ff.
12. —, Scritti, in Auswahl herausgegeben von J. P. Richter, London, 1883.
13. Newton, J., Opera, hrg. von Horsley, 1779—1785.

Übersetzungen

14. Bacon, Fr., Neues Organum, ins Deutsche übersetzt mit Lebensbeschreibung Bacons von Kirchmann, Leipzig, 1870.
15. —, Von der Würde und Vermehrung der Wissenschaften, ins Deutsche übersetzt von Joh. Herm. Pfingsten, Budapest, 1783.
16. —, Kleinere Schriften, übersetzt und erläutert von J. Fürstenhagen, Leipzig, 1884.
17. —, Nova Atlantis, ins Deutsche übersetzt von R. Walden. Sammlung von Beiträgen zur Vorgeschichte der Freimaurerei. Berlin, 1890.
18. —, Oeuvres, traduites en français par Riaux, Paris, 1843.
19. Galilei, G., Dialog über die beiden Weltsysteme, übersetzt von E. Strauß, Leipzig, 1892.
20. —, Unterredungen über zwei neue Wissenschaften, übersetzt von A. v. Öttingen (in Ostwalds Klassikern), Leipzig, 1890.
21. Huyghens, Chr., Unterredung über die Ursache der Schwere, deutsch von Mewes, Berlin, 1893.

22. —, Abhandlung über die Zentrifugalkraft, deutsch von Haus-
hofer (in Ostwalds Klassikern), Leipzig, 1903.
23. —, Über die Bewegung der Körper durch den Stoß, deutsch
von Hausdorff (in Ostwalds Klassikern), Leipzig.
24. Kepler, J., Übersetzungen in Auswahl unter dem Titel: „Zus-
ammenklänge der Welten“ von J. Bryk, Jena, 1918.
25. —, Traum vom Monde, deutsch von Günther, Leipzig, 1898.
26. Kopernikus, N., Über die Kreisbewegungen der Himmels-
körper, Thorn, 1879.
27. Lionardo da Vinci: Auswahl in deutscher Übersetzung
von Marie Herzfeld unter dem Titel: „Leonardo da Vinci, der Denker,
Forscher und Poet“, 3. Aufl., Jena, 1911.
28. Newton, J., Optik, übersetzt von Abendroth (in Ostwalds
Klassikern), Leipzig, 1898.
29. —, Prinzipien der Naturphilosophie, übersetzt von Wolfers,
Berlin, 1872.

Literaturauswahl

30. Abbott, E. A., Fr. Bacon, an account of his life and works,
London, 1885.
31. Adam, Chr., Philosophie de Fr. Bacon, Paris, 1890.
32. Barthélemy St. Hilaire, Etude sur Fr. Bacon, Paris,
1890.
33. Campbell, J., The lives of the Lord-Chancellors of England,
vol. II, London, 1845.
34. Cassirer, E., Das Erkenntnisproblem, 3 Bde., Berlin, 1906;
3. Aufl. 1922.
35. Church, R. W., Bacon, in the series of English Men of
Letters, London, 1884.
36. Dannemann, Fr., Die Naturwissenschaften in ihrer Ent-
wicklung, 4 Bde., Leipzig, 1920—1923.
37. Dühring, E., Kritische Geschichte der allg. Prinzipien der
Mechanik, 1873, 3. Aufl. 1887.
38. Fischer, Kuno, Francis Bacon, Leipzig, 1. Aufl. 1856, 2. Aufl.
1875, 3. Aufl. 1904.
39. Fonsegrive, G., François Bacon, Paris, 1893.
40. Fowler, Th., Bacon, in the series of English Philosophers,
London, 1881.
41. Heußler, H., Fr. Bacon und seine geschichtliche Stellung,
Breslau, 1889.
42. Janet, P., Baco Verulamius alchemicis philosophis quid de-
buerit, Angers, 1889 (Thèse).
43. Lange, F. A., Geschichte des Materialismus, 2 Bde., 3. Aufl.
1876.
44. Laßwitz, K., Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis
Newton, 2 Bde., Hamburg und Leipzig, 1890.
45. Levi, A., Il Pensiero di Francesco Bacone, considerato in
relazione con le filosofie della natura del Rinascimento e col razio-
nalismo cartesiano, Torino, 1925.
46. Liebig, J. v., Über Fr. Bacon von Verulam und die Methode
der Naturforschung, München, 1863.
47. Liljequist, E., Om Fr. Bacons Filosofi, Upsala, 1894.

48. Macaulay, Th. B., Kritisch-historische Aufsätze VI: Lord Bacon, deutsche Übersetzung in Reclams Universalbibliothek.
49. Mach, E., Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 8. Aufl., Leipzig, 1921.
50. Maistre, J. de, Examen de la philosophie de Bacon, Paris, 1836.
51. Nichol, J., Fr. Bacon, his life and philosophy, I u. II, London, 1888—1889.
52. Reichel, E., Wer schrieb das Novum Organum von Francis Bacon? Stuttgart, 1886.
53. Rémusat, Ch. de, Bacon, sa vie, son temps, sa philosophie et son influence jusqu'à nos jours, 2. Aufl., Paris, 1858.
54. Schaller, J., Geschichte der Naturphilosophie seit Bacon, 2. Bde., Leipzig, 1841, 1846.
55. Siegel, C., Geschichte der deutschen Naturphilosophie, Leipzig, 1913.
56. Sigwart, Chr., Ein Philosoph und ein Naturforscher über Bacon, Preuß. Jahrbücher, Bd. 12, 1863, p. 93—129.
57. Überweg, Fr., Grundriß der Geschichte der Philosophie, 3. Teil, 12. Aufl., Berlin, 1924.
58. Whewell, W., Geschichte der induktiven Wissenschaften, deutsch von Littrow, 3 Bde., Stuttgart, 1841.
59. Wohlwill, E., Galilei und sein Kampf für die Kopernikanische Lehre, Hamburg, 1909.
60. Wolff, E., Bacon und seine Quellen, Berlin, 1910.

ANMERKUNGEN

1. Macaulay erzählt in seinen kritischen und historischen Aufsätzen (48, VI, Lord Bacon, p. 21), daß Bacon, zwölfjährig, sich für Taschenspielerkunststücke nicht nur praktisch, sondern auch theoretisch interessiert habe. Das liegt wohl einerseits allgemein in jenem Lebensalter, dürfte aber überdies für Bacons Geistesrichtung eine bleibende symptomatische Bedeutung haben. Hierzu paßt, daß er sich wenige Jahre später in Paris für die Grundsätze der Dechiffrierkunst interessiert und selbst sich um Erfindung einer Chiffre bemüht hat. (Macaulay, 1. c., p. 23, nach der deutschen Übersetzung in Reclams Universalbibliothek.)

2. 38, p. 26, bezieht den hochtönenden Titel auf Bacons Leistung selbst. „Und es war gewiß eine der größten und schwersten Aufgaben, aus dem fruchtbaren Schoße der neuen Zeit die Philosophie zu entbinden . . . Von dieser Größe und Schwierigkeit seiner Sache war Bacon schon durchdrungen, als er dem ersten Entwürfe derselben einen Namen gab: er nannte ihn ‚die größte Geburt der Zeit.‘“

3. Eine Fußnote Speddings (I, VII, p. 531) sagt über den „*Temporis partus maximus*“: „This was probably the work of which Henry Cuff (the great Oxford Scholar who was executed in 1601 as one of the chief accomplices in the Earl of Essex's treason) was speaking, when he said that: ‚a fool could not have written and a wise man would not.‘“

4. 14, p. 3 ff.

5. Man wirft Burleigh fast stets nur Lieblosigkeit gegen seinen Neffen vor. Aber sollte er nicht doch vielleicht von einem berechtigten politischen Interesse und einem vielleicht nicht ganz unrichtigen Urteil hinsichtlich der Anlagen des jungen Bacon geleitet gewesen sein können? Macaulay sagt (p. 71): „Die Jahre, während welcher Bacon im Besitz des großen Siegel war, gehören zu den dunkelsten und schmachvollsten der englischen Geschichte. In der Heimat wie im Auslande wurde alles schlecht geleitet.“

6. 16. — Dies Buch enthält eine kurze Biographie Bacons.

7. Sehr nachdrücklich äußert sich Macaulay. „Bacon trat gegen einen Mann auf, der sich allerdings eines großen Vergehens schuldig gemacht hatte, der aber zugleich sein Wohltäter und sein Freund gewesen war. Er tat noch mehr als dies. Ja er tat mehr, als es zu rechtfertigen gewesen wäre, wenn jemand es getan hätte, der Essex nie gesehen hätte. Er bot die ganze Kunst des Advokaten auf, um das Benehmen des Gefangenen weniger entschuldbar und viel staatsgefährlicher erscheinen zu lassen, als es wirklich gewesen war“ (p. 48). „Der Graf führte zur Entschuldigung seiner wahnsinnigen Handlungen an, daß er von mächtigen und unversöhnlichen Feinden umgeben war . . . und daß ihre Verfolgungen ihn zur Verzweiflung getrieben hätten. Dies alles war die Wahrheit, und Bacon wußte recht gut, daß es sich so verhielt.“

Aber er gab sich den Anschein, als sei es als eine leere Ausrede zu betrachten. Er verglich Essex mit Pisistratus, welchem es gelang, die Tyrannenherrschaft in Athen zu errichten, indem er vorgab, daß er in der äußersten Gefahr sei, ermordet zu werden, und dabei Wunden vorzeigte, die er sich selbst geschlagen hatte. Dies war zu viel für den Gefangenen, um es noch länger zu ertragen. Er fiel seinem undankbaren Freunde in die Rede, indem er ihn aufforderte, die Rolle des Advokaten aufzugeben und als Zeuge aufzutreten und den Lords zu erzählen, ob nicht in alten Zeiten er, Francis Bacon, unter seiner eigenen Handschrift wiederholt die Wahrheit von dem anerkannt habe, was er jetzt als leere Vorwände hinstelle. . . . Bacon gab auf jene Aufforderung des Grafen eine ausweichende Antwort.“ (48, p. 40—41.)

8. Eine der schlimmsten Geschichten ist die der Folterung Peachams (48, p. 60—64). „Ein alter Geistlicher, namens Peacham, wurde wegen Hochverrats angeklagt, wegen einiger in einer Predigt vorkommenden Stellen, die man in seinem Studierzimmer gefunden hatte. Die Predigt, ob sie nun von ihm geschrieben sein mochte oder nicht, war nie gehalten worden. Allem Anscheine nach hatte er auch gar nicht die Absicht, dies zu tun. Die servilsten Rechtsgelehrten jener knechtischen Zeiten sahen sich zu dem Geständnis genötigt, daß sowohl in bezug auf die Tatsachen als auch hinsichtlich des Gesetzes große Schwierigkeiten vorhanden seien. Bacon wurde dazu benutzt, sie aus dem Wege zu räumen. Er gab sich dazu her, die gesetzliche Frage durch unbefugtes Benehmen mit den Richtern zu lösen und die praktische durch Folterung des Gefangenen.“ Dies geschah unter Jacob I. Die Folter scheint in jenen Zeiten in England nur noch sehr selten zur Anwendung gelangt zu sein. Wenigstens hatte bereits die Königin Elisabeth einen Befehl erlassen, der es, wie Macaulay erzählt, „tatsächlich verbot, bei Staatsgefangenen die Folter anzuwenden, unter welchem Vorwande es immer sein möge.“ Von dieser Zeit an ist der Gebrauch der Folter, der stets unbeliebt und ungesetzlich war, auch ungewöhnlich geworden. Es ist hinreichend bekannt, daß im Jahre 1628, also nur vierzehn Jahre später, als Bacon in den Tower ging, um das Schmerzgeheul Peachams anzuhören, von den Richtern eine Entscheidung getroffen wurde, daß Felton, ein Verbrecher, der keine außerordentliche Nachsicht verdiente und ebensowenig eine zu erwarten hatte, — gesetzlich nicht gefoltert werden dürfe.

9. Wir wollen in diesem Zusammenhange ein Gebet heranziehen, das Bacon in seinem letzten Lebensjahr verfaßt hat. Es war damals Sitte, daß die Menschen sich eigene Gebete für ihren Privatgebrauch schriftlich anfertigten.

„O Gott, mein geliebter Herr! Du bist seit meiner Kindheit mir der zärtlichste Vater gewesen. O mein Schöpfer, mein Erretter, mein Tröster! Du dringst in die Tiefen des Herzens; du kennst die Redlichkeit des einen und die Heuchelei des andern; du wägst auf deiner Wage die Gedanken und die Taten der Menschen. Du mißest an deinem Maße ihre Absichten, und deinen Blicken entgehen ihre eitlen Beweggründe und ihre krummen Wege nicht. — O Herr! Gedenke der Wege, die dein Diener vor dir gewandelt ist; gedenke des höchsten Zieles, das ich erstrebt habe, und des Gegenstandes meiner Anstrengungen. Ich habe regelmäßig deine Kirche besucht. Ich habe dich im Hofe, im Garten und in den Feldern gesucht, und ich habe dich in deinem Tempel gefunden. — Ich habe tausendfach gesündigt und zehn-

tausendfach deine Gebote übertreten; aber deine Gnade hat mich nicht verlassen. O Herr, du bist mir immer gegenwärtig gewesen, und unzählige Züge der Vorsehung haben mich nie daran zweifeln lassen. Deine Gnade ist groß für mich gewesen, aber deine Züchtigung nicht minder. — Deine Gnade hat mich gebeugt und in der väterlichen Zucht erhalten; sie hat mich wie ein rechtes Kind behandelt, das man züchtigt, weil man es liebt." (Nach der Vorrede v. Kirchmanns zu 14.)

10. Macaulays Gesamturteil über den Charakter Bacons lautet (p. 50—51, 66—67): „Die moralischen Eigenschaften Bacons standen nicht auf hoher Stufe. Wir sagen nicht, daß er ein schlechter Mensch gewesen sei; es fehlte ihm nicht an Humanität, und ebensowenig war er tyrannisch. Er trug seine hohen bürgerlichen Ehren mit Demut; ebenso die noch viel höheren Ehren, die er durch seine geistige Begabung errungen hatte. Er ließ sich sehr selten, wenn es überhaupt je geschah, dazu reizen, jemanden, wer es auch sein mochte, in boshafter und anmaßender Weise zu behandeln. . . Seine Fehler waren — mit schmerzlicher Überwindung schreiben wir es nieder — Gemütskälte und eine niedrige Sinnesart. Er scheint unfähig gewesen zu sein, eine starke Zuneigung zu empfinden, großen Gefahren entgegenzutreten und schwere Opfer zu bringen. Reichtum, Vorrang, Titel, Gunstbezeugungen . . . stattliche Häuser, schöne Gärten . . . schwere Silbergeschirre, schimmernde Tapeten und seltene Sammlungen: — das alles waren Dinge, die für ihn eine ebenso große Anziehungskraft hatten wie für irgendeinen der Höflinge, die sich mitten im Schmutz auf die Kniee niederwarfen, wenn Elisabeth vorüberging, und dann nach Hause eilten, um dem Könige von Schottland zu berichten, daß Ihre Majestät rasch dahin zu altern scheine. Um jener Gegenstände willen hatte er sich zu allem erniedrigt und alles erduldet.“ „In seinem Studierzimmer standen alle seine seltenen Fähigkeiten unter der Leitung eines reinen und edlen Ehrgeizes, einer alle Fesseln lösenden Menschenfreundlichkeit und einer aufrichtigen Liebe zur Wahrheit . . . Der Führer der Menschheit auf der Bahn des Fortschrittes zu sein . . . hätte in seiner Macht gestanden. Aber das alles galt ihm nichts, wenn irgendein witzelnder Advokat vor ihm zum Richter befördert wurde, irgendein schwerfälliger Landedelmann in Anbetracht einer erkauften Grafenkrone den Vortritt vor ihm erhielt, irgendein Kuppler, der sich eines schönen Weibes erfreute, deshalb von Buckingham mit einem vertraulichen Gruß beehrt wurde, oder wenn irgendein Possenreißer, der mit den neuesten Skandalgeschichten des Hofes vertraut war, König Jacob ein helleres Gelächter zu entlocken wußte.“

11. Alexander Bruno Hanschmann hat ein Buch geschrieben: „Bernard Palissy und Francis Bacon“ (Leipzig 1903). Es ist dies ein etwas sensationelles Buch. Hanschmann argwöhnt geradezu literarischen Diebstahl. Die Tendenz des Buches ist, die Entdeckungen und Verkündigungen der neuen wissenschaftlichen Methoden, für die Bacon auftrat, für den französischen Emailtöpfer und Künstler Palissy in Anspruch zu nehmen. Dieser zweifellos hochbegabte Mann hat in Paris zu jener Zeit Vorträge gehalten, als Bacon sich dort als Jüngling aufhielt. — Natürlich sind Beeinflussungen solcher Art möglich; aber solange sie nicht besser erwiesen werden können, als es Hanschmann zu tun vermag, können sie für die Geschichte der Philosophie nicht ernstlich in Betracht kommen.

12. 46.

13. In sehr sorgfältiger Weise wird die Geschichte des damaligen Streites um das Kopernikanische System geprüft von Thomas Fowler in der Einleitung zu 4. p. 31—37; Fowler scheint mir jedoch seinen Helden allzusehr in Schutz zu nehmen. Auch Hans Heußler (41) bewundert mehr die literarisch-spekulativen Auslassungen Bacons zu dieser Frage, als daß er dessen Mißgriff tadelt.

14. Bacon: *Descriptio globi intellectualis*, Cap. VI: 3, p. 611—613.

15. In der Vorrede zu 14.

16. *Novum Organum* I, 64: „Cujus exemplum notabile est in Chymicis, eorumque dogmatibus, alibi autem vix hoc tempore invenitur nisi forte in Philosophia Gilberti. Sed tamen circa hujusmodi philosophias cautio nullo modo praetermittenda erat; quia mente jam praevidemus et auguramur, si quando homines, nostris monitis excitati, ad experientiam se serio contulerint, . . . fore, ut magnum hujusmodi philosophis periculum immineat.“

17. Dannemann sagt über F. Bacon (36, II, 105): „Hatte Gilbert gleich Galilei aufbauend und durch die Tat geschaffen, so wirkt Bacon mehr zerstörend“ (im Kampf gegen die Scholastik) „und durch das Wort“. — Ein Vorgänger Bacons ist der Italiener Telesio, dessen Hauptwerk 1565 erschien. Bacon hat ihm Anerkennung gezollt. Auch dieser Telesio hat nicht viel Positives geleistet. Er hielt dafür, daß es drei Prinzipien gebe, ein völlig passives, den Stoff, und zwei bewegende, die Wärme und die Kälte. Erstere dehnt den Stoff aus, letztere zieht ihn zusammen. Nach Dannemann, 36, II, 108. — Über den Ruf so vieler Stürmer und Dränger, den Aristoteles beiseite zu lassen und das Buch der Natur selbst zu studieren, hat sich Galilei sehr fein geäußert: Es komme darauf an, die „Sprache und die Schriftzeichen verstehen zu lernen, worin dieses Buch geschrieben ist. Erst dann könne es verstanden werden.“ Nach Dannemann, 36, II, 110. — Zu den Anregern Bacons gehört auch der bereits in einer früheren Anmerkung erwähnte französische Töpfer Palissy, der ein Leser der Werke des Cardanus war (I 445) und in Paris Vorträge hielt zu der Zeit, als Francis Bacon dort war. Bacon hat diesen Vorträgen beigewohnt. Nach Dannemann, 36, I, 445 und II, 108. — Der Italiener Porta (1538—1615) veröffentlichte im Jahre 1553 eine *Magia naturalis*. Das Werk ist bereits schärfer vom Geiste der modernen Physik erfaßt, insbesondere wegen seiner Vorzüge auf optischem und mechanischem Gebiet, als Francis Bacons Schriften. Aber es spielt mit den Allüren des Lehrers der Zauberei. Nach Dannemann, 36, I, 422.

18. Bacon sagt von seiner Induktion ganz in diesem umfassenderen, freieren Sinne N. O. I, 105: „Diese Induktion muß nicht bloß zur Entdeckung der Lehrsätze, sondern auch zur Bestimmung der Begriffe benutzt werden.“

19. N. O. I, cap. 127: „Allerdings soll das von mir Gesagte für alles gelten. So wie schon die gewöhnliche Logik, welche durch den Syllogismus regiert, nicht bloß auf die Naturwissenschaft, sondern auf alle Wissenschaften sich erstreckt, so umfaßt auch die meinige, welche durch die Induktion vorschreitet, sie alle. Denn meine Naturgeschichte und meine *tabulae inventionis* umfassen auch den Zorn, die Furcht, die Scham und ähnliches, auch die Fälle des bürgerlichen Lebens. Sie enthalten ebenso die geistigen Vorgänge des Gedächtnisses, des Verbin-

dens, des Trennens, des Urteilens usw., wie das Warme, das Kalte, das Licht, das Wachstum und ähnliches. Aber unsere Art zu erklären sieht, nachdem die Geschichte vorbereitet und geordnet ist, nicht bloß auf die Bewegungen und Wendungen des Geistes, wie die gewöhnliche Logik, sondern auch auf die Natur der Dinge."

20. Kuno Fischer (38, 2. Aufl., p. 294) meint, es hänge diese Baconsche Überzeugung auch damit zusammen, daß Bacon als ein Mann von Welt und ein Mann des praktischen Lebens viel zu wenig an die Unvergänglichkeit von Lehrsystemen geglaubt habe. „Er suchte“, sagt Kuno Fischer, „die Wahrheit der Zeit, kein abgeschlossenes, sondern ein progressives Werk, das er selbst mit unverblendetem Urteil der Zeit unterwarf und hingab.“

21. Kuno Fischer (38, 2. Aufl., S. 14) meint: die praktische Denkweise des Bacon sei schon der Charakterzug eines früheren Engländers, des Johannes von Salisbury.

22. Kuno Fischer (38, 3. Aufl., p. 24, 25) sagt: „Er (Bacon) findet die kirchliche Reformation als vollendete Tatsache vor . . . : hier gibt es für die Philosophie, die aus dem englischen Zeit- und Nationalbewußtsein hervorgeht, zunächst keine Arbeit . . . Ist die kirchliche Reformation in der englischen Staatskirche fest geworden, so ist dagegen die wissenschaftliche Reformation . . . in Fluß und Fortschritt begriffen. Hier liegt die Aufgabe und das Reich der Philosophie, diese Richtung muß sie mit vollem Bewußtsein ergreifen und in ihr vorangehen. „Die Wahrheit ist die Tochter der Zeit.“ Die Zeit ist neu geworden; sie verstehen, heißt, den Grund dieser umfassenden geistigen Welterneuerung durchschauen; aus dieser Einsicht die Philosophie erneuern, heißt sie zeitgemäß machen. Hier erkennt Bacon seine Aufgabe und seinen Beruf: es gilt ihm die Erneuerung der Philosophie im Geiste des Zeitalters. . . . Es gibt nichts Größeres, als ein Zeitalter über sich selbst aufzuklären, ihm seine Instinkte und Triebfedern zu verdeutlichen, dergestalt ins Bewußtsein zu erheben, daß es mit voller Selbsterkenntnis seine Ziele setzt und verfolgt.“

23. Von dem Gebrauch des Wortes *opera* geben beispielsweise folgende Sätze charakteristisches Zeugnis:

Novum Organum I 4: *Ad opera nil aliud potest homo, quam ut corpora admoveat et removeat: reliqua natura intus transigit.*

Novum Organum I 8: *Scientiae enim, quas nunc habemus, nihil aliud sunt quam quaedam concinnationes rerum antea inventarum, non modi inveniendi aut designationes novorum operum.*

Novum Organum I 11: *Sicut scientiae, quae nunc habentur, inutiles sunt ad inventionem operum: ita est logica, quae nunc habetur, inutilis ad inventionem scientiarum.*

Novum Organum II 1: *Super datum corpus novam naturam sive novas naturas generare et superinducere, opus et intentio est humanae potentiae.*

24. Dilthey sagt, Gesamm. Schriften, II. Band, Leipzig 1914; p. 261: Bacons „Phantasie . . . ist ganz positiv: die Imagination eines von Realitäten erfüllten Kopfes. Er konstruiert . . . seine Methode wie eine ungeheure Maschine, welche die Last der ganzen Erfahrung heben soll. So tritt in ihm der Typus des Menschen der Renaissance in einer neuen Modifikation auf: es ist der Mensch, welcher seinem Willen, zu leben, zu herrschen und zu gestalten, ein Feld unbegrenzter Erweiterung

durch Erkenntnis der Kräfte der Natur und durch Herrschaft über sie erobert. Die mittelalterliche Nachdenklichkeit über das Elend der Menschennatur bedarf nach ihm der Ergänzung durch das Studium der Prärogativen derselben."

25. N. O. I, 124: „opera ipsa pluris facienda sunt quatenus sunt veritatis pignora quam propter vitae commoda“.

26. „Die Naturwissenschaften“, 1919. In der Nummer vom 17. Januar behandelt Oskar Kraus: „Francis Bacon als Philosoph des Machtdenkens“.

27. Giuseppe Furlani: „Die Entstehung und das Wesen der Baconischen Methode“, erschienen im „Archiv für Geschichte der Philosophie“ 1920 (p. 189 ff.) und 1921 (p. 23 ff.).

28. „Valerius Terminus“ ist die erste, noch erhaltene Jugendschrift Bacons. Der ihr vorangegangene Entwurf unter dem Titel „Die größte Geburt der Zeit“ ist verloren gegangen; der Inhalt jener verlorenen Erstlingschrift ist, wie bereits in unserem Kapitel I gesagt wurde, in den Valerius Terminus übergegangen. Veröffentlicht wurde der Valerius Terminus erst etwa hundert Jahre nach dem Tode Bacons, und zwar 1734 von Stephen in seinem Buche „Bacons letters and remains“. Ellis und Spedding haben ihn in ihrer Gesamtausgabe abgedruckt.

In dieser Baconischen Schrift ist Valerius Terminus der Name eines fingierten Autors, dem Bacon gewisse Ansichten in den Mund legt. Auch ein Kommentator des Valerius Terminus, namens Hermes Stella, war im Rahmen der Baconischen Schrift fingiert worden. Das Ganze sollte in den Rahmen eines größeren Werkes eingeflochten werden: „On the Interpretation of Nature“.

29. 42.

30. Von namhaften Gelehrten huldigten im fünfzehnten und sechzehnten Jahrhundert der Alchemie: Basilius Valentinus (= Isaak Hollandus), Bernhard Trevisan, Marsilius Ficinus, Pico de la Mirandola, Cornelius Agrippa, Paracelsus, Becher, Glauber. (Nach 42, p. 11.) Dem Papste Johann XXII. wurde ein alchemistisches Buch zugeschrieben; man warf ihm vor, daß er sich allzu sehr mit dieser Wissenschaft eingelassen habe, indem er eine Werkstatt zur Goldfabrikation unterhielt.

31. 42, p. 13. — Zum folgenden: Bei Julius Firminus heißt es: „Natura a natura vincitur“, und eine Formel der neudemokritischen Schule, welche um die Zeit von Christi Geburt in Ägypten blühte, lautet: „Natura naturam devincit, natura naturam domat, natura natura fruitur.“ (42, p. 21.)

32. 3, p. 740, auch p. 89, und an anderen Stellen, vgl. 42, p. 13.

33. 3, p. 2, nämlich am Anfange des liber primus: De dignitate.

34. Bacon tadelt die Alchemisten z. B. N. O. I, 81 und II, 47. Er lobt sie bedingt im I. Buche von De dignitate: „Chemicæ tamen hoc certe debetur, quod vere comparari possit agricolæ apud Aesopum, qui, e vita exiturus, dixit filiis, se illis magnam vim auri in vinea, nec satis meminisse quo loco, defossam reliquisse: qui, quum vineam diligenter ubique ligonibus invertissent aurum quidem repererunt nullum, sed tamen vindemiam insequentis anni propter fassionem circa radices vitium tulerunt longe uberrimam; sic strenui illi chemistarum labores et molimina circa aurum conficiendum haud paucis nobilibus inventis et experimentis tum ad reservandam naturam, tum ad usus vitæ apprime idoneis, quasi facem accenderunt.“

35. Als gute Quelle für unsere heutige Kenntnis jenes alten groben Erfahrungswissens und jener erfolgreichen Geheimkünste führt Janet den Salverte an: „Des sciences occultes ou Essai sur la magie, les prodiges et les miracles“, 1856.

36. De dign. IV, cap. 2 — 42, p. 17—18.

37. Ob dann die begrifflichen Bestandteile des Seienden (also die Formen, die das Feuer zum Feuer, das Wasser zum Wasser machen usw.) ineinander verwandelt werden könnten, oder ob nur die eine der andern irgendwie weichen könnte, darüber herrschte Meinungsverschiedenheit (42, p. 35). Es könnte sogar sein, daß einige Alchemisten — hierin mit den späteren Stoikern übereinstimmend, die ja auch alle Abstrakta sich als materiell körperliche Dinge dachten, — die verschiedenen Qualitäten der Metalle, also das Begriffliche, das zur prima materia hinzutritt, sich nach der Art neu hinzutretender Stoffe gedacht haben mögen (42, p. 36). Dies alles ist und bleibt wohl für immer etwas dunkel und verworren. Wesentlich jedoch und leicht zu klären ist eben jenes, daß für Platon die nackte Materie niemals menschlichen Augen sichtbar würde: die Alchemisten aber glaubten auf diese nackte Materie hindringen und durch sie die Körper hindurchgehen lassen zu können, um sie in neue Formen, wie die des Goldes, eingehen zu lassen.

38. „Les matières de Geber sont des matières quintessenciées. Celui qui parviendra à les isoler pourra fabriquer et transformer à volonté les métaux. Le mercure qui donne la perfection aux métaux n'est pas le vif argent naturel mais quelque chose tiré de lui. Il faut lui ôter le grossier élément terrestre et l'élément liquide superflu pour ne garder que la moyenne substance.“ (Berthelot: „Origines de l'alchimie, p. 208. nach 42, p. 53.)

Weil, so heißt es in einer alten Schrift, die Form nur akzidentell und nicht essentiell ist, so ist die Entfernung dieses Akzidens bei den Metallen möglich. (Berthelot: Introduction à la chimie des anciens, p. 210).

39. Nach 42, p. 54.

40. Janet urteilt zusammenfassend über die theoretische Grundabsicht Bacon's (p. 54): „Itaque transmutationem altius petit et metaphysicas formas, in loco lapidis philosophalis, super materiam nudam inducere conatur, Alchemiam metaphysicam scilicet multo magis „quam Alchemiam physicam valere persuasum habens.“

41. „Facienda est corporum separatio et solutio, non per ignem certe sed per rationem et inductionem et inductionem veram, cum experimentis auxiliaribus et per comparisonem ad alia corpora et reductionem ad naturas simplices et eorum formas, quae in composito conveniunt et complicantur.“ (N. O. II, 7.)

42. 42, p. 57.

43. 42, p. 41. — Bacon: De Dign. III, 4.

44. Nach 56, p. 93—129.

Ein zusammenfassendes Urteil über Bacon wird von Sigwart (p. 102) so formuliert: „daß ein im ganzen auf hohe und edle Ziele gerichtetes Streben durch die Rücksichten der Klugheit oft zu zweifelhaften Mitteln gedrängt wurde, und daß auf einer im ganzen wohlthätigen und fruchtbaren Tätigkeit der Schatten persönlichen Ehrgeizes und persönlicher Eitelkeit liegt.“ Und ferner p. 115: Es „ist gerade der methodische, logische Teil seines Werkes der schwächste von allen. . . . Fast alle seine Einteilungen in seiner Enzyklopädie sind unrichtig . . .“ so

gleich die Haupteinteilung: Gott, Mensch und Natur, die ihn nötigt, die Medizin . . . von der Naturwissenschaft zu sondern." Hinsichtlich des Verhältnisses Bacons zu Platon und Aristoteles meint Sigwart: „Er hatte gar kein Organ, die Bedeutung ihrer Philosophie im Zusammenhange zu verstehen.“

45. Im Betrieb der philosophischen Wissenschaft an den beiden Universitäten Oxford und Cambridge blieb die alte scholastische Methode noch mindestens zwanzig Jahre lang nach dem Erscheinen des *Novum Organum* in Geltung, und schließlich waren es nicht eigentlich die akademischen Kreise, von denen die erste erfolgreiche Anwendung und Weiterbildung der Ideen Bacons ausging. Nach Jodl: *Geschichte der Ethik*, 3. Aufl. I, p. 195; Jodl zitiert hierfür: J. Tulloch: *Christian Philos.* II, 15 ff.

46. Lasson: „Über Bacon von Verulams wissenschaftliche Prinzipien“, Schulprogramm, Berlin 1860, p. 32.

47. Leibniz, Ausgabe Dutens VIa, p. 303.

48. Der Franzose Buffon hat gesagt: „Der Stil ist der Mensch“, und dazu hat er erklärt: „Les idées seules forment le fond du style“. Erkennt man diese Thesen an, so kann man nun mit Heußler rückwärts schließen: Weil Bacon den großen Stil besaß, so muß er auch große Ideen besessen haben, und diese beiden Prämissen zusammen sichern unser Urteil über seine volle und innerste philosophische Bedeutung. — Diese Argumentation hat allerdings keine mathematische Zuverlässigkeit; aber sie würde doch einen Wahrscheinlichkeitsbeweis vorstellen dürfen, wofern wir es mit einem Rätsel in der Person und den Werken Bacons zu tun hätten, denen gegenüber wir zu einem besser und rein sachlich begründeten Urteil nicht zu gelangen vermöchten.

49. Artur Schopenhauer: „Über Schriftstellerei und Stil“, *Parerga* II, § 282.

50. Eine Unmenge von glänzenden Lobsprüchen über Bacon, selbst in Versen, aus aller Herren Ländern und von den ansehnlichsten Persönlichkeiten ausgesprochen, findet man in *Allibones Dictionary of English Literature* (1902). Ebenso solche Sammlungen findet man im *Larousse, Grand Dictionnaire Universel du 19me Siècle*.

Von den wichtigsten englischen Stimmen erwähnen wir hier noch zwei. Man wird sehen, daß beide eine gewisse Zurückhaltung in den sachlichen Fragen üben, obwohl sie gern dem berühmten Engländer einen Palmzweig gönnen. W. Whewell in seinem angesehenen Werke „*On the philosophy of discovery*“ sagt (London 1860, p. 128): „Wenn wir einen einzelnen Philosophen als den *Heros der Revolution* in der wissenschaftlichen Methode auswählen müßten, so müßte ohne allen Zweifel Francis Bacon diesen Ehrenplatz einnehmen.“ Ellis (in der Allgemeinen Vorrede zu I) legt den technischen Teil der Methode und die Naturanschauungen Bacons beiseite, und findet das Verdienst Bacons lediglich im Geist, nicht in den positiven Vorschriften dieser Philosophie. In diesem Sinne zählt Ellis auf: Bacon habe Natürliches und Göttliches weder getrennt noch vermischt; er habe die Einheit der Wissenschaft und die Ablegung der Vorurteile gelehrt, den Syllogismus bekämpft und im großen Sinne von der Zukunft der Menschheit gesprochen.

51. Noch ehe Bacon in seiner *Nova Atlantis* zur Stiftung einer naturwissenschaftlichen Sozietät anregte, war schon 1605 in Rom von dem

Prinzen von Cesi eine solche Gesellschaft begründet worden, welche sich *Academia de Lincei* nannte. Der Luchs war ihr Sinnbild, weil er für das scharfsichtigste Tier galt, das nach altem Glauben sogar durch eine Mauer hindurchsehen konnte. — Vgl. 54. I, p. 27.

52. De Bacon à Newton, *L'oeuvre de la société Royale de Londres*. Par Pierre Florian. *Revue de Philosophie* 1914, p. 150—168, 318—407, 481—503.

Der Autor beginnt: „Des principes énoncés par Bacon aux découvertes de Newton, il y a la différence de la philosophie scientifique à la science.“

53. p. 492—493: „Descartes eut sur la Société Royale une influence considérable, mais, avant tout, parceque sa science expérimentale pouvait tenir dans les cadres construits par Bacon.“

54. Versuchen wir den Gang des Streits um Bacons Wert und Bedeutung in kurzen großen Zügen historisch abzustecken, so wären folgende Hauptdaten festzuhalten. In den ersten zwei folgenden Jahrhunderten galt Bacon unumstritten als ein großer Geist; das Bild aber, das man sich von seinem Charakter machte, verfinsterte sich in dieser Epoche mehr und mehr. Der englische Dichter Pope fand die Formel: er sei einer der weisesten und herrlichsten und zugleich einer der schlechtesten aller Menschen gewesen. Dies Urteil übernahm Campbell in sein Biographienwerk über die Kanzler Englands, und Macaulay übernahm es in seine Essays. Macaulay hat die Antithese der Werte innerhalb des Gesamtphänomens Bacon noch stärker betont. Mehr entschuldigend hinsichtlich des Baconschen Charakters äußert sich dagegen Montagu, der in London 1825—1834 eine Gesamtausgabe der Baconschen Werke veranstaltete. In der Linie der Rechtfertigung des Baconschen Charakters ging dann ein anderer Engländer bis zum entgegengesetzten Extrem, indem er diesen Charakter beinahe verherrlichte. Dies war Dixon. „Man muß die Sache umkehren,“ sagt er, „nicht seine Laster, sondern seine Tugenden, seine Ehrenhaftigkeit, Duldsamkeit und Großmut, nicht seine Herzlosigkeit, Servilität und Bestechlichkeit bereiteten seinen Fall.“

Sowohl Charakter als geistige Leistung schlecht zu machen, war dann das Bestreben des französischen Grafen J. de Maistre, der als Philosoph das Ansehen der Religion in ihrer katholischen Bekenntnisform in Frankreich wiederherzustellen und zu vertiefen bestrebt war. Ähnlich hart war das Urteil des deutschen Chemikers Liebig, wie wir am Eingang dieses zweiten Kapitels gezeigt haben.

55. Der Anglizist Rudolf Imelmann spricht in einer kurzen witzigen Plauderei in der „Deutschen Revue“ vom März 1922 über die beiden Personen Bacon und Shakespeare und untersucht die Möglichkeiten, ob sie einander gekannt haben oder einander begegnet sein könnten. Den Gedanken einer Identität beider Personen schließt er völlig aus. Aber auch die Möglichkeit, daß sich ihre geistigen Welten irgendwie berührt haben könnten, so daß auch nur der geringste Einfluß des einen auf den andern hätte stattfinden können, verneint er.

56. Die vortreffliche kleine Abhandlung von Maria Virnich „Die Erkenntnistheorie Campanellas und Francis Bacons“ (Bonn, 1920) scheint mir ihren Ausdruck etwas zu entschieden nach dieser Seite hin gewählt zu haben. „Ähnlich wie Campanella,“ sagt die Verfasserin, „bespricht Bacon im Beginn seiner Philosophie den Zweifel an der Möglichkeit jeder Erkenntnis, und er weist auf den gleichen Standpunkt bei

den alten Skeptikern hin." — Man vergleiche hierzu N. O. I, 37, wo nur in einer ganz leichten Wendung der Worte an die Skeptiker erinnert wird.

57. De Dign. Distributio operis; in 1 auf der dritten unnummerierten Seite der Distributio.

58. Ellis hat in 1 die Ansicht geäußert, daß, wenn das Baconsche Erkenntnisziel erreicht wäre, man von einer Identität von Denken und Sein zu reden haben würde. Ich meine, man sollte nicht so interpretieren. Es dürfte Bacon das Außenweltsproblem, d. h. die Frage nach dem letzten Verhältnis zwischen Denken und Sein ziemlich ferngelegen haben. Zwar, indem er über die Gesamtheit der Wissenschaft und der Weltanschauung sprechen wollte, breitete er wie ein weltmännischer Rechner, der einen guten Überblick besitzt, die Dinge aus, die nach dem damaligen Zeitgeschmack in Betracht kommen konnten. Er sprach von Sinnlichkeit und Verstand, von Gedächtnis, Induktion und Deduktion usw., wie man etwa auch über die Mittel der Kriegskunst sprechen könnte. Er wollte sich und seinen Lesern Übersichten schaffen, er wollte Ratschläge geben, was zu bevorzugen und was zu vermeiden sei; aber es lag ihm fern, in abgründlicher Weise reine Begriffe zuzuschärfen und ontologische Konstruktionen zu wagen, die die natürliche Betrachtung irgendwie hätten auf den Kopf stellen können. Die Kunst solchen systematischen und konstruktiven Denkens, die Bacon fernlag, ist eine gefährliche Kunst; sie kann sehr wertvoll sein; aber man geht mit ihr auch leicht in die Irre.

Aus diesem Grunde scheint es mir eben nicht ratsam, die Dunkelheiten der Baconschen Philosophie auf dem Prokrustesbett der modernen Erkenntnistheorie in Ordnung bringen zu wollen. Es hilft uns nicht viel zum Gewinne historischer oder sachlicher Einsichten, wenn wir die Idee einer Identitätsphilosophie an Bacon heranbringen, wie es Ellis tut, oder wenn wir uns fragen würden, ob es wohl angemessen wäre, Bacon einen Rationalisten zu nennen, was Heußler getan hat.

59. De dign. Distributio operis; 14, p. 60.

60. De dign. Distrib. operis; 14, p. 56.

Im Sinne einer empirischen Überprüfung und Legitimationsbedürftigkeit der abstraktesten Begriffe ist auch die Stelle zu verstehen, die ein wenig den sonstigen Mahnungen Bacons über die Region der mittleren Allgemeinheit entgegengerichtet ist: „Denn auch die Fundamente der Wissenschaften lege ich tiefer und fester nach unten und den Anfang der Untersuchung stecke ich höher, als es bis jetzt geschehen ist, indem ich auch das der Untersuchung unterwerfe, was die gewöhnliche Logik auf Treu und Glauben annimmt.“ — Im gleichen Zusammenhange der Distributio operis. (14, p. 57.)

61. De Dign. V, 2; 3, p. 125. — 18, I, p. 230: „Nous voulons, par ce moyen, mettre l'esprit au niveau des choses mêmes.“

62. Das erstere tat Hans Heußler; das letztere tat der Engländer Ellis.

63. Bacon: De interpretatione naturae; vgl. M. Virnich, l. c., p. 35.

64. N. O. II, 38. — In De Dign., Distributio operis heißt es: „... sensus, quo omnia in naturalibus petenda sunt, nisi forte libeat insanire“ (14, p. 59). — Ebenda, kurz zuvor, steht auch das in unserm Text folgende Zitat.

65. De Dign. Distributio; 14, p. 59. — Ähnlich heißt es N. O. I, 50:

„Sensus de experimento tantum, experimentum de natura et re ipsa iudicat.“

66. *Instauratio Magna*, Praefatio (in 3 vor dem *Novum Organum* abgedruckt, p. 270 ff.): „Atque hoc modo inter empiricam et rationalem facultatem (quarum morosa et inauspicata divorcia et repudia omnia in humana familia turbaverit) conjugium verum et legitimum in perpetuum nos firmasse existimamus.“ (p. 274—275.)

67. *De Dign. Distributio*; 14, Vorrede, p. 61—62.

68. *De Dign. Distributio*; (14, Vorrede zum N. O., p. 58—59) 3, zweite nicht numerierte Seite der *Distr.* — Vgl. übrigens die ganz ähnliche Äußerung N. O. I, 50.

Joh. Ed. Erdmann hat behauptet, daß Bacon in seiner Methode die Aufgabe und Bedeutung des Experiments nicht richtig erkannt habe; er habe sie nur geahnt. Dies ist für ihn der Hauptgrund, Bacon nicht an die Spitze der neueren Philosophie zu stellen, sondern ihn den Männern der Übergangszeit zuzurechnen. Wenn hinter diesem Einwande gegen Bacon etwas Wahres liegt, so reduziert sich dies auf jenen Mangel an Einsicht in die mathematisch-metaphysischen Voraussetzungen der modernen mechanistisch gerichteten Wissenschaft, über die wir bereits sprachen.

69. *Distributio operis* (3, erste Seite): „Inductionem enim censemus eam esse demonstrandi formam, quae sensum tuetur et naturam premit.“

70. *De Dign. II*, cap. 2.

71. N. O. I, 82.

72. N. O. II, 36; N. O. II, 40; N. O. II, 50.

73. In dem Aufsatz von Walter Schmidt: „Zur Würdigung der philosophischen Stellung Bacons von Verulam“ (*Zeitschr. für Philosophie und philos. Kritik*, Bd. 106, Heft 1, Leipzig 1895) wird ein Widerspruch zwischen dem I. und II. Teile des *Novum Organum* konstatiert und getadelt. Der erste Teil befasse sich mit dem Subjekt des Erkennens und suche dasselbe von allen Antizipationen zu befreien. Der zweite Teil befasse sich mit dem Objekt des Erkennens der Natur, und bringe hier eine ganze Menge Antizipationen mit ins Spiel: ein „fix und fertiges Naturschema“, das zugrunde gelegt werde. Zur Charakteristik des Baconschen Kampfes gegen die Antizipationen im I. Teile seines *Novum Organum* sagt Schmidt in seinem späteren Aufsatz (von 1898) in der gleichen Zeitschrift, p. 60: „Kein einziger der überlieferten Ausdrücke taugt etwas, nicht substantia, qualitas, agere, pati, esse, noch viel weniger grave, leve, densum, tenue usw.“ (N. O. I, 15). Schon eine Stufe näher der Wahrheit stellt dagegen dort Bacon die unmittelbaren sinnlich gebildeten Begriffe homo, canis, columba — calidum, frigidum, album (N. O. I, 16).

74. N. O. I, 48.

75. Raoul Richter: „Der Skepticismus in der Philosophie“, II. Band, 1908, p. 188. — Maria Virnich: „Die Erkenntnistheorie Campanellas und Fr. Bacons“, Bonn 1920, p. 7.

76. N. O. I, 13: „Der Syllogismus wird für die Prinzipien der Wissenschaften nicht benutzt und für die Lehrsätze vergeblich benutzt, da er der Feinheit der Natur lange nicht gleichkommt; er legt der Zustimmung, aber nicht der Sache Fesseln an.“ — *Distributio operis*: „Deshalb verwerfe ich den Syllogismus“ (14, 1870, p. 54). Diese Stelle lautet im Urtext ausführlich folgendermaßen (3, einige Seiten vor p. 1):

„At nos demonstrationem per Syllogismum rejicimus, quod confusius agit et naturam emittat e manibus. Tametsi enim nemini dubium esse possit, quin, quae in medio termino conveniunt, ea et inter se conveniant (quod est Mathematicae ejusdem certitudinis); nihilominus hoc subest fraudis . . . : Si notiones . . . male ac temere a rebus abstractae et vagae nec satis definitae et circumscriptae denique multis modis vitiosae fuerint, omnia ruunt. Rejicimus igitur Syllogismum, neque id solum quoad principia . . . sed etiam quoad propositiones medias, quas educit sane atque parturit utcunque Syllogismus, sed operum steriles et a Practica remotas et plane quoad partem activam Scientiarum incompetentes. Quamvis igitur relinquamus Syllogismo et hujusmodi demonstrationibus famosis et jactatis jurisdictionem in artes populares et opinabiles . . .“ In *Cogitata et Visa* (3, p. 589) heißt es: „Atque de Syllogismo, qui Aristoteli oraculi loco est, paucis sententiam claudendam. Rem esse nimirum, in Doctrinis, quae in opinionibus hominum positae sunt, veluti moralibus et politicis utilem et intellectui manum quandam auxiliarem. Rerum vero naturalium subtilitate et obscuritate impari et incompetentem. Nam Syllogismum certe ex propositionibus constare, propositiones ex verbis, verba notionum sive animi conceptuum testes et signacula esse. Quamobrem notiones ipsae, quae verborum animae sunt, si vagae, nesciae, nec satis definitae fuerint (quod in Naturalibus longe maxima ex parte fieri consuevit) omnia ruere. Restare inductionem, tanquam ultimum et unicum rebus subsidium et perflugium . . .“

77. Das Gefühl für eine systematische Unausgeglichenheit zwischen den Begriffen der Deduktion und Induktion hat auch Goblot. Vgl. Edmond Goblot: „Le système des sciences“, Paris, 1922, p. 21 bis 22. Il y a „deux logiques: celle de la déduction, créée par Aristote, celle de l'induction, créée par Bacon, qui se sont juxtaposées sans se pénétrer dans la tradition philosophique.“

78. Diese deutschen Übersetzungen des Baconschen Ausdrucks gibt von Kirchmann in 14, p. 90 und p. 78.

79. N. O. I, 26—29.

80. N. O., Vorrede, gegen Ende derselben.

81. Nach der Übersetzung von Julius Schaller, 54, Bd. I, p. 72. Die zitierte Stelle ist entnommen der Baconschen *Historia naturalis*, Centuria X, Praefatio: „Experimenta varia“; 3, p. 947. Die Übersetzung Schallers ist eine recht freie, besonders erscheint der Inhalt etwas zusammengezogen. Bacon bezeichnet nicht selbst ausdrücklich diese Stelle als ein Beispiel der Methode der Antizipationen. Schaller führt sie aber mit Recht als ein solches Beispiel vor.

82. E. F. Apelt: *Theorie der Induktion*, 1854.

Die Stelle, an der er Bacons Methode als Abstraktion bezeichnet hat, lautet (p. 151): „Das stufenweise Emporsteigen von der besondern zu den allgemeinen Wahrheiten, diese schrittweise Verallgemeinerung der Ansichten (successive generalization nach Whewells Ausdruck) ist viel mehr der Charakter der Abstraktion als der der Induktion.“ Eine tiefere, befriedigende Aufklärung über diesen behaupteten Unterschied findet sich in dem Apeltschen Buche nicht. Apelt fordert, daß man seine eigene Theorie der Induktion zugrunde lege, die er in den Anfangskapiteln seines Buches auseinandersetzt und welche etwa die Mitte hält zwischen den Bemühungen Erdmanns und Wundts einerseits und den Bemühungen Sigwarts andererseits. Die Induktion soll der Syllogistik

untergeordnet werden, und doch soll ihre Gedankenfolge eine größere Freiheit und Unsicherheit behalten dürfen.

Über Windelbands Meinung vergleiche dessen „Lehrbuch der Gesch. d. Phil.“, 9. Aufl. 1921, p. 324. — Auch Hans Heußler gibt den Apeltischen Ausdruck wieder.

83. De Dign., *Distributio operis*; 14, einige Seiten vor p. 1: „*Enim*“ (*forma inductionis*) „*de qua dialectici loquuntur, quae procedit per enumerationem simplicem, puerile quiddam est et precario concludit et periculo ab instantia contradictoria exponitur et consueta tantum inuenitur nec exitum reperit. Atqui opus est ad scientias inductionis formam tali, quae experientiam solvat et separet* . . .“

84. Man erinnere sich des vor kurzem zitierten Baconschen Satzes: „Die Interpretationen . . . können den Verstand nicht gleich für sich einnehmen, und ihre Aussprüche klingen ihm beinahe so hart und ungewohnt wie die Mysterien der Religion.“ N. O. I, 28.

85. Besonders klar drückt Edmond Goblot in seinem *Traité de Logique* diese Grundwahrheit aus (p. 295, 3. Aufl.): „*La caractéristique du raisonnement inductif est de comporter au moins une démarche arbitraire de la pensée: c'est un saut dans l'inconnu; son audace fait sa fécondité.*“ „*Il y a dans toute induction comme une divination de la vérité* . . .“ — Vielleicht ist hinsichtlich des Mutes zu dieser verschiedenen Sprache Goblot ein wenig von der lebensphilosophischen Strömung beeinflusst, die in Frankreich durch Bergson vertreten wird. Allein Goblot strebt dann doch durch diesen unsichern Zustand hindurch und möchte wieder zu der Festigkeit eines rationalen Rahmens für alle Erkenntnis gelangen. Eben in jener zitierten Stelle fährt er fort: „*on l'imagine, on l'invente avant de la prouver.*“ Ich lasse dies Problem hier unerörtert. — Es würde ja genügen, die Notwendigkeit des Erratens nur auf die Erweiterung der induktiven Gedankenbildung von vielen Exemplaren auf alle zu beziehen, oder sie nur auf den ersten Ansatz zur Verbindung eines bekannten Subjektes mit einem neu beobachteten Prädikat zu beziehen. Ich meinerseits suchte allerdings im Text über diese engen Grenzen des älteren Schematismus der Induktion hinaus Ansprüche zugunsten Bacons zu erheben.

86. Daß der Gegensatz von Erscheinung und Wesen (oder zwischen „Natur“ und „Form“ bei Bacon) zunächst als eine bloß vorläufige und schematische Gegenüberstellung aufgefaßt werden kann, und daß gleichwohl ein solches schematisches Verfahren neben den (scheinbar endgültigen) kategorialen Aufklärungen seine Berechtigung haben, ja sogar von diesen gar nicht sehr weit entfernt sein würde, habe ich in meiner „Naturphilosophie“ zu zeigen versucht. Leipzig bei J. A. Barth 1910, p. 123 bis 125, p. 255—256, p. 261—270. Speziell über das hier bei Bacon in Betracht kommende Problem handeln die Abschnitte „Was heißt erklären?“ und „Form und Stoff“, p. 91—98. Zu dem gleichen Problem habe ich mich auch geäußert in den Abhandlungen „Grund und Folge“ (in der Zeitschrift für Philos. und philos. Kritik“, Bd. 158, vom 26. Juli 1915) und „Beiträge zur Lehre von den kategorialen Schlüssen“ (in den *Acta Universitatis Latviensis*, III, 1922).

87. N. O. I, 66; 14 p. 116: „Ein anderer Obelstand ist es, daß bei solchem Philosophieren und Betrachten alle Mühe zur Aufsuchung und Erörterung der Prinzipien der Dinge und der letzten Elemente der Natur verwendet wird, während doch aller Nutzen und alle Macht, zu

wirken, nur in den mittleren liegt.“ Bacon stützt sich in dieser Lehre auf Platon. Er sagt, *De Dignitate* V, 2 (3, p. 123): „At Plato non semel innuit: particularia infinita esse maxime: rursus, generalia minus certa documenta exhibere: medullam igitur scientiarum, qua artifex ab imperito distinguitur, in mediis proportionibus consistere, quas per singulas scientias tradidit et docuit experientia.“

88. Walter Schmidt (Breslau): „Fr. B.'s Theorie der Induktion“, Aufsatz in der „Zeitschrift für Philos. und philos. Kritik“, 112. Bd., 1898.

89. N. O. II, 26.

90. N. O. II, 35.

91. N. O. II, 28, letzter Absatz.

92. N. O. I, 79 und 80.

93. Vgl. die Anmerkung Fowlers in 4, p. 276—277.

94. Vgl.: Oberwegs Grundriß I, 11. Aufl., 1920, p. 396; 4, Introduction, p. 54, Anm. 34.

An diesen beiden Orten findet man auch die entscheidenden Stellen bei Aristoteles selbst angegeben. — Bacon: *Nov. Org.* II, 2.

95. In diesem uns heute willkommeneren Sinne kann man die Worte Bacons nehmen, N. O. II, 23: „Efficiens vero semper ponitur nil aliud esse quam vehiculum sive deferens formae.“ — Viel zu hart urteilt Chr. Sigwart in: „Ein Philosoph und ein Naturforscher über Franz Bacon von Verulam“, Aufsatz in den Preußischen Jahrbüchern, herausg. von Haym, Berlin, 12. Band, 1863, p. 93—129. Sigwart sagt dort p. 110—111: „Die Physik hat Bacon nicht weiter ausgebildet. Er hat für sie keine Regeln, keine Methoden; nur beiläufig gibt er seine Erklärungen, versuchsweise, ohne Zusammenhang und ohne System . . . er will also keine Methode dessen, was wir Naturwissenschaft nennen, keine Methode zur Entdeckung der Bewegungsgesetze, zur Entdeckung der chemischen Eigenschaften der einzelnen Körper, zur Entdeckung der Gesetze der organischen Entwicklung; er hat überhaupt gar keine Ahnung von dem, was uns ein Naturgesetz heißt, weil ihm jede Einsicht in den mathematischen Charakter der Naturgesetze abgeht, weil er, auch wo er die allgemeinen Eigenschaften der Körper Gesetze nennt, doch nirgends nach dem bestimmten Maß von Raum und Zeit, in dem sich die Erscheinungen vollziehen, . . . fragt.“

96. 41, p. 189: Bacon habe sich im *Novum Organum* hauptsächlich auf das beschränkt, „was in der Natur beständig und ewig und katholisch ist“ und sei nicht zur Behandlung der „causae fluxae“ (d. h.: der *causa efficiens* und *materialis*) und des „*cursus ordinarius*“ der Natur (N. O. II, 5; *De Dign.* III, 4) gelangt. „Besondere und eigentümliche Gewohnheiten der Natur sind nicht den fundamentalen und allgemeinen Gesetzen gleich zu achten, welche die Formen begründen. Dennoch muß man anerkennen, daß diese Art von Studien leichter ausführbar ist und mehr Hoffnungen gewährt als jene strengere Forschung.“ (14, p. 191—192.)

97. Kuno Fischer interpretiert die Baconsche Einteilung der Ursachen willkürlich, und man darf wohl sagen: falsch. Dem Aristotelischen Begriff der *causa formalis* erkennt Kuno Fischer kein selbständiges Recht zu, sondern er meint, daß bei Aristoteles, wenn man ihn konsequent interpretiert und korrigiert, die *causa formalis* mit der *causa finalis* zusammenfallen müßte, daß aber bei Bacon die *causa formalis* mit der

causa efficiens für den schärferen Betrachter zusammenfallen müßte. Nun könne man allerdings innerhalb der causae efficientes zugunsten der causae formales einen feineren Unterschied machen, wenn man nämlich sich jenes differenzierteren Begriffs erinnere, den Bacon die causa fluxa nennt. Diese causa fluxa sei der causa formales zu koordinieren, und beide könnten dann als Unterarten der causae efficientes gelten. Die Baconischen causae fluxae bedeuteten soviel wie vorübergehend auftretende Ursachen, also Ursachen, welche, wie wir heute sagen würden, für den betrachteten Phänomenenkreis nicht sehr wesentlich sind. Sie sind zufällige, gelegentliche Ursachen, die im großen am Bestande der Dinge und ihrer Qualitäten nichts ändern, sondern nur Kleinigkeiten zu modifizieren vermögen. Nimmt man also diese niedere Art von Ursachen fort, so bleiben als höhere Art der causae efficientes die causae formales übrig. Es sind dies die konstanten Kräfte, die Grundkräfte der Natur — entsprechend den Grundeigenschaften der Körper — wie sich Kuno Fischer ausdrückt. Hiermit hat Kuno Fischer eine Interpretation erreicht, in der das Aristotelisch-Mittelalterliche des Formbegriffs mehr als bei Heußler abgestreift ist.

98. Vgl. hierzu die Ausführungen in meiner „Naturphilosophie“ (Leipzig, 1910, p. 89 ff.), woselbst ich drei Typen der heutigen Fassungen des Ursachenbegriffs deutlich trenne: Ursache kann entweder heißen: vorangehender Vorgang (Antecedens) oder: Gesetz, Funktionsbeziehung, oder: Kraft (oder sonst eine mit der Wirkung gleichzeitige Wesenheit oder Grundlage in den Dingen). Ein schärferes Hinblicken auf diese unleugbare Mannigfaltigkeit der Intuitionen, die hier vorliegt, kann zu einer Revision und sogar zu einem Zerfall vieler allzu schematisch-axiomatischer Anschauungen führen, die man heute mit der Idee der Kausalität verbindet. (Ebda., p. 189—181.)

99. Weil die Verknüpfung des Heterogensten in einem einzigen neuen Begriff das Kennzeichen der Genialität sei, zweifelt Heußler, ob diese Synthese im Form-Begriff in dem „flachen Kopfe“ Bacons selbst entsprungen sein könne. Er werde sie von irgend jemand anderem übernommen haben. Weil aber ebendiese Synthese doch wieder nur flüchtig angedeutet sei, fühlt sich Heußler wiederum auf die persönliche Urheberschaft Bacons hingewiesen. Sein genialer Fehlgriff in dieser Sache gehöre zu den mancherlei Selbsttäuschungen Bacons, die Heußler p. 62—63 zusammenstellt. Bacons Verdienst scheint diesem Interpreten schließlich nur noch in den Essais greifbar vor Augen zu treten (p. 119), vielleicht auch noch in einem gewissen Rationalismus, den er ihm nachsagt und in dem er den Renaissancemenschen spürt.

100. *Novum Organum* II, 17: „Meine Formen kommen vielleicht manchem noch etwas abstrakt vor, weil sie sehr verschiedene Dinge mischen und zusammenstellen, . . . wie denn das (bleibende) Rot in einer Rose . . . und das (erscheinende) Rot im Regenbogen und in den Strahlen des Opals oder Diamants sehr verschieden scheinen.“ Ebenso kann der Tod eines Wesens auf die verschiedenste Weise herbeigeführt sein. „Es ist aber ganz gewiß, daß diese Dinge trotz ihrer Verschiedenheit und Fremdartigkeit doch in der Form oder in dem Gesetz zusammentreffen, welche das Rot oder den Tod bedingt.“

101. In „*De Dignitate et Augmentis Scientiarum*“. In *Liber III*, p. 90 (der *Ausg.* 3) spricht Bacon einmal ausnahmsweise von den *formae substantiarum*, wofür als Beispiel ein menschliches Individuum

herangezogen werden könnte. Diese seien ita perplexae et complicatae. „ut aut omnino de iis inquirere frustra sit aut inquisitio earum . . . seponi ad tempus et postquam formae simplicioris naturae rite exploratae sint . . .“

102. Der Herausgeber des *Novum Organum* in deutscher Übersetzung, von Kirchmann, legt den Bacon in dieser Weise aus. Ähnlich fassen es auch andere auf.

103. Bacon polemisiert *Nov. Org. I, 66*, dagegen, daß der Mensch seinen abstrakten Verstand anstrengt, um bis zur letzten Materie zu gelangen, die nur der Möglichkeit nach existiert. Aber die Art dieser Polemik zeigt nur, daß Bacon diesen Grenzproblemen aus dem Wege zu gehen suchte. Hätte er sich durchaus äußern müssen, was er *Nov. Org. II, 17*, unter Stoff versteht, so hätte er sich vielleicht schließlich doch eines Aristotelischen Ausdrucks bedienen müssen. Für diesen seinen Geist einer entschlossenen Zurückhaltung vor gewissen Fragen aus methodischen Gründen ist auch der Wortlaut des Satzes *Nov. Org. II, 2*, charakteristisch: „Auch ist die Einteilung der Ursachen nicht ūbel (non male constituuntur), wonach vier Arten unterschieden werden: der Stoff, die Form, das Wirkende und das Ziel.“ Bacon äußert sich wohl an verschiedenen Stellen seiner Bücher etwas ungleich; wo er sich selbst aber am getreuesten bleibt, merkt man, daß er etwa sagen will: In allen derartigen letzten Prinzipienfragen entscheide ich nichts, sofern von strenger Wissenschaft die Rede ist; ich kann es allerdings nicht vermeiden, auch diese Dinge, über die ich nichts Rechtes weiß, im Vorübergehen mit Worten zu berühren; dann benutze ich aus dem Schatze der Überlieferungen diejenigen Ausdrücke und Begriffe, die mir nicht ganz unsinnig zu sein scheinen; sie leisten mir einen vorübergehenden Dienst, aber ich entscheide mich nicht für sie, als hätte ich in ihnen irgend etwas erkannt. — Es hat also nicht sehr viel Zweck, wenn man, um Bacon zu verstehen, lange bei seiner Metaphysik und Erkenntnistheorie verweilt. Man vergleiche hierzu die auffällige Herabstimmung der metaphysischen Würde sogar der Formenlehre am Ende des Artikels *II, 2*, des *Novum Organum*.

104. *N. O. II, 17, 3*, p. 345.

105. *De Dignitate Scient., Liber III (Ausg. 3, p. 89)*: „At manifestum est, Platonem, virum sublimis ingenii . . . in sua de ideis doctrina ‚Formas esse rerum scientia objectum‘ vidisse; utcumque sententiae hujus verissime amiserit, formas penitus a materia abstractas, non in materia determinatas contemplando et prensando. Unde factum est, ut ad speculationes theologicas diverteret, quod omnem naturalem suam philosophiam infecit et polluit. Quod si diligenter, serio et sincere ad actionem et usum et oculos convertamus, non difficile erit disquirere et notitiam assequi, quae sint illae formae . . .“

106. Die weiße Farbe ist ein zweites Hauptbeispiel Bacons neben dem Beispiel von der Wärme. Er erwähnt beide Beispiele nebeneinander *N. O. II, 3*. Eine speziellere Durchführung der Untersuchung der Weiße gibt der *Valerius Terminus, Cap. XI*.

107. *De Dign. III, 4 (Ausg. 3, p. 90)*: „Si de causa inquiratur albedinis in nive vel spuma, recte redditur, quod sit subtilis intermixtio aëris cum aqua. Haec autem longe abest, ut sit forma albedinis, cum aër etiam pulveri vitri aut crystalli intermixtus albedinem similiter pro-

ANMERKUNGEN

creet non minus quam si admisceatur aquae; verum causa efficiens illa tantum est, quae nihil aliud quam vehiculum est formae."

108. Novum Organum II, c. 5: "... . intuitus corpus ut turmam sine conjugationem naturarum simplicium . . ."

109. N. O. II, 5 (Ausg. 3, p. 328). Ebendasselbst auch die folgenden Zitate im Text.

110. N. O. II, 7, erster Satz.

111. N. O. II, 17; 3, p. 345.

112. Vgl. hierzu: De Dign. III, cap. 4; 3, p. 90.

113. Vgl. hierzu auch das charakteristische Beispiel, das Sigwart anführt (p. 110—111): „Er glaubt einen Vorgang, z. B. die Tropfenbildung, erklärt zu haben, wenn er ihn unter den richtigen Begriff, z. B. die Bewegung der Kongregation subsummiert hat. Hierin liegt der Schlüssel zu seiner ganzen Naturbetrachtung. Wer die allgemeinsten Begriffsbestimmungen der Wärme, des Lichts, der Dehnbarkeit usw. kennt, der hat die vollkommene Erkenntnis der Natur.“ So charakterisiert Sigwart den Bacon — freilich nicht ganz treffend. Um gerecht zu sein, muß man auch jenen Zug bei Bacon beachten, den Heußler richtig hervorhebt, wenn er sagt (41, p. 98): „Es kann keinem, der die Schriften Bacons auch nur oberflächlich liest, entgehen, wie oft und wie beredt, bei jeder Gelegenheit und in jedem Zusammenhange, Bacon darauf besteht, man müsse von der Oberfläche der Dinge in deren Inneres eindringen.“

114. N. O. II, 13.

115. N. O. II, c. 17; Ausg. 3, p. 345. — De Augmentis Liber III, Cap. IV (Ausg. 3, p. 91): „Sunt enim scientiae instar pyramidum, quibus historia et experientia tanquam basis unica substernuntur . . . Vertici proximum (est) Metaphysica. Ad conum, quod attinet, et punctum verticale (opus, quod operatur Deus a principio usque ad finem: summariam nempe naturae legem) haesitamus merito, an humana possit ad illud inquisitio pertingere.“

116. N. O. II, 1.

117. N. O. II, 4; 3, p. 327.

118. Indem Heußler in seinem erwähnten vortrefflichen Buche für den Descartes und für das, was man Rationalismus nennt, Partei nimmt, mißt er den Bacon an Descartes und bedauert in der höflichsten Form den geringen Sinn des Bacon für Mathematik. Er nennt alsdann den Bacon einen Rationalisten, weil er keine Scheidewand zwischen dem Denken und den Dingen gekannt habe; daneben freilich sollen sich empiristische Züge bei Bacon finden, die vor allem in der These ihren Ausdruck finden, daß von den Sinnen ausgegangen werden müsse (p. 198, Anm. 75). Hätte Bacon, sagt Heußler, den vollen Enthusiasmus für das mathematische Denken besessen, so hätte schon er das lumen naturale mit diesem identifiziert und das Vorbild der Mathematik hätte wie ein beständiger Antrieb zur Systembildung auf ihn gewirkt. Außerdem sei Descartes ihm an Tiefe überlegen gewesen, welche sich in dem berühmten Cogito ergo sum dokumentiert habe, wofern man die Versenkung in sich selber darunter verstehe und diese Formel nicht in intellektualistischen Flachheiten ausklingen lasse. (41, p. 138.)

Die meiste Ähnlichkeit findet Heußler zwischen Bacon und Leibniz (p. 136). Man erstaunt über die Vieldeutigkeit der philosophiehistori-

sehen Termini und über die Variabilität der Gesichtspunkte historischer Vergleiche.

119. „Verum rite et ordine philosophari, Naturae plane facienda est dissectio, non abstractio“ — aus „De Principiis atque Originibus secundum Tabulas Cupidinis et Coeli, sive Parmenidis et Telesii et praecipue Democriti Philosophia tractata in Fabula“, 3, p. 654. — Das dann folgende Zitat im Text siehe N. O. I, 51.

120. N. O. II, 8.

121. N. O. I, 66.

122. C. Sigwart: „Ein Philosoph und ein Naturforscher über Francis Bacon von Verulam“ in den Preußischen Jahrbüchern, hrg. von R. Haym, 12. Band, Berlin 1863, p. 110—111.

123. N. O. II, 48.

124. Cogitationes de natura rerum, cap. VI, 3, p. 720.

125. Hans Natke: „Ober Fr. Bacons Formenlehre“, Leipzig 1891, p. 66.

126. R. Eucken: „Geschichte und Kritik der Grundbegriffe der Gegenwart“, Leipzig 1878, p. 124—125.

127. Novum Organum II, 12: „Itaque subjungenda sunt Negativa Affirmativis, et privationes inspiciendae tantum in illis subjectis, quae sunt maxime cognata illis alteris, in quibus natura data inest et compar est.“

128. Bacon bemerkt gelegentlich, daß es auch negative Fälle von Gradvergleichen geben könnte. Diese müßten dann eigentlich in einer vierten Art von Tafeln verzeichnet werden, wenn man ganz konsequent in dieser etwas pedantischen Ordnungskunst vorgehen sollte. Nov. Org. II, 16, Mitte: „Est itaque inductionis verae opus primum . . . rejectio sive exclusiva naturarum singularum, quae non inveniuntur in aliqua instantia, ubi natura data adest. Aut inveniuntur in aliqua instantia, ubi natura data abest, aut inveniuntur in aliqua instantia crescere cum natura data decrescat; aut decrescere, cum natura data crescat.“ — Dieser letztere Gedanke fordert übrigens, genau betrachtet, eine sachliche Kritik heraus, mit der man an einem ganz anderen Orte landen würde, als der ist, von dem man ausgegangen ist.

129. Nov. Org. II, 10, nach der Übersetzung von Kuno Fischer: „Was die Natur tut oder leidet, läßt sich nicht erdichten noch erdenken, sondern nur entdecken. Aber eine solche Naturbeschreibung ist so mannigfaltig und zerstreut, daß sie den Verstand verwirrt und diffus macht, wenn sie nicht geordnet dargestellt wird. Daher sind — dies ist der zweite Teil der Arbeit — Tabellen und Reihen der Instanzen zu entwerfen und so einzurichten, daß der Verstand sein Verfahren darauf richten kann. Aber auch nach einer solchen Vorbereitung ist der sich selbst überlassene und willkürliche Verstand noch nicht zureichend und geschickt, die Axiome zu entdecken, wenn er nicht gelenkt und geschützt wird. Darum muß man drittens die methodische und wahre Induktion anwenden, die der eigentliche Schlüssel zur Erklärung der Natur ist.“

130. „ . . . wobei sowohl die Fälle in den Tafeln als sonst vorkommende benutzt werden können.“ (II, 20.)

131. Andererseits empfiehlt Bacon, bei der Aufstellung der Tafeln sich um keine Ideenleitung zu kümmern und möglichst brutal-empirisch vorzugehen. Dies praktiziert er ja dann auch mit offener Ab-

sichtigkeit in seinem Musterbeispiel. Diese ideenlose Grobheit des Sammelns hat Liebig beleidigt. Ein heutiger Psychoanalytiker dagegen könnte dabei an die Vorschriften seiner Einfallschnik erinnert werden. Wer sich nicht zur völligen Gedankenlosigkeit in der Produktion von Einfällen erziehen kann, sagt ein Psychoanalytiker, kann das Wesen der Psychoanalyse nie verstehen. — Bacon hat wohl durch diese krasse Technik der gewollten Gedankenlosigkeit den Einfluß von Vorurteilen fernhalten wollen, welche der Forschung sonst zu ihrem Schaden eine einseitige Richtung geben könnten. „Diese Zusammenstellung ist rein historisch zu machen und jede voreilige Betrachtung oder feinere Unterscheidung davon abzuhalten.“ (II, 11.)

132. In Aphorismus 18 des II. Buches wird z. B. von der Form der Wärme gesagt, sie könne nicht das Elementare, das soll hier heißen: das Terrestrische, zu ihrem wesentlichen ausschließenden Charakter haben (Punkt 1). Es könne sich nicht um eine wägbare Substanz handeln (Punkt 4); es könne sich überhaupt nicht um einen selbständigen Stoff handeln (Punkt 14). — In Aphorismus 12 dagegen handelt es sich nur um äußere Tatsachen.

133. N. O. II, 16.

134. Über die Wichtigkeit der negativen Einsichten sagt Bacon N. O. II, 15: „Wenn der Verstand gleich im Anfang bejahend vorzugehen versucht, und dies geschieht immer, wenn er sich selbst überlassen ist, so entspringen daraus Meinungen, die phantastisch und eitel sind, Begriffe, die schlecht begrenzt sind, und Regeln, die alle Tage verbessert werden müssen, wenn man nicht nach Art der Schulen für das Falsche zu kämpfen liebt. — „At omnino Deo (formarum inditori et opifici) aut fortasse angelis et intelligentiis competit, formas per affirmationem immediate nosse atque ab initio contemplationis. Sed certe supra hominem est; cui tantum conceditur, procedere primo per negativas et postremo loco desinere in affirmativas post omnimodam exclusionem.“

135. Vgl. z. B. Goblott, *Traité de Logique*: „L'induction est l'art d'interroger la nature. L'hypothèse est la question, qu'on lui pose . . . Une question bien posée est une question à laquelle la nature peut répondre. Elle ne répond jamais que par non. Le fait favorable à l'hypothèse n'est pas une réponse affirmative de la nature, c'est l'absence d'une réponse négative: on peut poursuivre la recherche.“ (p. 296, 3. Aufl. 1922.)

136. *Novum Organum* II, 19:

„Itaque nos, qui nec ignavi sumus nec oblitii, quantum opus aggrediamur (videlicet: ut faciamus intellectum humanum rebus et naturae parem) nullo modo acquiescimus his, quae adhuc praecepimus: sed et rem in ulterius provehimus et fortiora auxilia in usum intellectus machinamur et ministramus, quae nunc subjungemus. Et certe in Interpretatione Naturae animus omnino taliter est praeparandus et formandus, ut et sustineat se in gradibus debitis certitudinis et tamen cogitet (praesertim sub initiis), ea, quae adsunt, multum pendere ex iis, quae supersunt.“

137. N. O. II, 16.

138. „Mit einem Subtraktionsexempel verglichen, ist die Aufgabe dreiteilig: stelle den Minuendus auf, dann den Subtrahendus, finde den Rest! Das erste ist die Wahrnehmung und Aufzählung gegebener Fälle, das zweite die Ausschließung (exclusio, rejectio) der unwesentlichen

Bedingungen, das dritte die Einsammlung, gleichsam die Weinlese der wesentlichen („vindemiatio“).“ (38, p. 183.)

Dies ist etwas undeutlich. Vielleicht wird es deutlicher, wenn man sich vorstellt, Kuno Fischer habe gemeint: Die positiven Instanzen enthalten in noch unklarer Verhüllung und Vermischung vor allem die Minuenden; die negativen Instanzen enthalten ebenso dunkel allerhand Subtrahenden. Sie sind nicht Subtrahenden, aber sie enthalten solche, in verstärkter Betonung, in sich.

Kuno Fischer scheint anzunehmen, daß das Gesuchte — „die wesentlichen Bedingungen der Erscheinung“ — (so liebt er es, die Phraseologie zu nuancieren) in den Tafeln bereits verzeichnet dastehe, daß es uns aber nicht sogleich möglich sei, das Gesuchte richtig herauszulesen. „In jedem gegebenen Fall, z. B. der Wärmeerscheinung, sind notwendig alle wesentlichen Bedingungen enthalten, aber zugleich sind eine Menge anderweitiger Bestimmungen, begleitende Umstände usf. damit verbunden, die mir den eigentlichen Vorgang verhüllen.“ Also nur dies verzögert die sofortige klare Lösung! „Die wesentlichen Bedingungen sind da, aber für mich nicht erkennbar. Wie mache ich sie erkennbar?“ Die weiter folgende Beschreibung Kuno Fischers (38, 3. Aufl., p. 126, 2. Aufl., p. 183) verläuft in den Bahnen, in denen auch die Millsche Induktion dargestellt zu werden pflegt, also als ein Verfahren mathematischer Kombinatorik.

139. *Novum Organum* II, 20: „... utile putamus, ut fiat permissio intellectui ... accingendi se et tentandi opus Interpretationis Naturae in affirmativa, tam ex instantiis tabularum quam ex iis, quae alias occurrunt. Quod genus tentamenti Permissionem Intellectus sive interpretationem inchoatam sive vindemiationem primam appellare consuevimus.“

140. *N. O.* II, 20.

141. „Hujusmodi instantias Elucientias vel Instantias Ostensivas appellare consuevimus.“ (*Nov. Org.* III, 20.)

142. Kuno Fischer sagt in der zweiten Auflage seiner *Gesch. d. Philos.*, Bd. I, p. 216: „Der Weg der Induktion läßt sich nicht von Anfang bis zu Ende mit guten Ratschlägen pflastern und zu einer Wunderstraße machen, auf der nie ein Fuß strauchelt ... Das richtige Gefühl, die Sache im speziellen nicht weiterführen zu können, mag Bacon gehindert haben, an die letzten Ausführungen zu gehen.“ „Am Ende mochte es ihm geratener scheinen, die Erwartungen mehr zu spannen als zu täuschen. Auch das ist unter seinen persönlichen Mängeln einer, den wir nicht unbemerkt lassen möchten. Jedem Neuerer, je umfassender seine Aufgaben sind, liegt die Gefahr um so näher, mehr zu versprechen, als er leistet und den Schein einer peinlichen und pedantischen Gründlichkeit mit großsprechenden Verheißungen auf seltsame Weise zu mischen. Es ist schwer zu sagen, wo hier die Selbsttäuschung aufhört.“ „Daß dieser Abschluß dem Werke fehlt, ist kaum zu beklagen; es würde in der Sache wenig gewonnen haben und innerlich nicht mehr vollendet sein, als es ist.“

143. *N. O.* II, 52.

144. 14, p. 384.

145. Der Sinn ist strittig. Besonders der Franzose Bouillet und der Engländer Ellis haben verschiedene Hypothesen darüber aufgestellt, was Bacon gemeint haben könne. Vgl. 4, p. 414.

146. Der Ausdruck *Parasceuae* ist identisch mit dem Titel einer kleinen Sonderstudie Bacons: „*Parasceve ad historiam naturalem et experimentalem. Descriptio historiae naturalis et experimentalis, qualis sufficiat et sit in ordine ad basin et fundamenta philosophiae verae.*“ (3, p. 419—431.) Bei der ersten Ausgabe des N. O. wurde diese *Parasceve* als Anhang mit abgedruckt. (Vgl. 4, p. 415.)

147. Sigwart, „Ein Philosoph und ein Naturforscher über F. B. v. V.“, p. 116, sagt: „Weder Bacon selbst noch irgendeiner nach ihm hat nach Bacons Methode irgend etwas gefunden. Weder Kepler noch Huyghens, weder Galilei noch Newton sind der Methode Bacons gefolgt. In der ganzen Geschichte der neueren Naturwissenschaft beruht aller Fortschritt gerade auf dem, wofür Bacon keine Regeln aufgestellt hat, auf der Erforschung der wirkenden Ursachen und auf ihrer mathematischen Bestimmung. Eine Methode der Erfindung im Sinne Bacons gibt es überhaupt nicht.“

148. Bacon, N. O. II, 21. — Kuno Fischer: *Gesch. d. neuer. Philos.*, Bd. I, erste Aufl., p. 215.

149. N. O. II, 30.

150. N. O. II, 31.

151. N. O. II, 22.

152. N. O. II, 33.

153. Das angeführte Beispiel ist auch unabhängig von der Lehre von den prärogativen Instanzen, nämlich in naturphilosophischer Hinsicht, beachtenswert. In seiner deutschen Übersetzung braucht v. Kirchmann hier die Ausdrücke „Stoff und Kraft“, welche zwar nicht wortgetreu Baconisch sind, aber der Phantasie des modernen Lesers die Baconische Frage schneller nahebringen. Kirchmann meint hier, daß sich Bacon nicht habe vorstellen wollen, daß eine Anziehungskraft ihren festen Sitz in gewissen Körpern habe und von dort aus in die Ferne Wirkungen ausübe. Sondern eher habe er annehmen mögen, daß die Kraft sich von dem anziehenden Körper trenne und selbständig — und körperlos! — zu dem entfernteren Körper übergehe, welcher nun erst bei ihrer Ankunft angezogen werde. (14, p. 300.)

154. N. O. II, 25. — Die sieben zuvor zitierte Stelle steht N. O. II, 24.

155. N. O. II, 29.

156. N. O. II, 28 und II, 29 (am Anfang, zweite Satzperiode).

157. N. O. II, 27. — Kuno Fischer: *Gesch. d. neuer. Philos.* Bd. I, erste Auflage, p. 231.

158. Dies eingeschobene Zitat ist aus *Descr. globi intell.* III, entnommen und nach Kuno Fischers Übersetzung l. c., p. 231, wiedergegeben.

159. N. O. II, 44.

160. N. O. II, 48.

161. N. O. II, 37, dritte Satzperiode, und II, 36, letzter Satz.

162. Im *Organum* und in der *Enzyklopädie*, sagt Kuno Fischer (38, 2. Aufl., p. 291), liege die Begründung eines neuen Anfangs; denn ein Anfang nur war es und sollte es sein, ein System habe Bacon nicht gegeben.

163. De *Dignitate* IV, c. 1. Bacon fährt daselbst fort (Ausg. 3, p. 98): „*Sic videmus Ciceronem oratorem de Socrate et ejus schola conquerentem, quod hic primus philosophiam a rhetorica disjunxerit, unde facta sit rhetorica ars loquax et insanis . . . Artem denique medicam*

videmus, si a naturali philosophia destituatur, empiricorum praxi haud multum praestare."

164. De Dign. III, c. 1 (Ausg. 3, p. 73): „Philosophiae autem obiectum triplex: Deus, Natura, Homo. Et triplex itidem radius rerum; Natura enim percutit intellectum radio directo; Deus autem propter medium inaequale (creaturas scilicet) radio refracto; Homo vero sibi monstratus et exhibitus radio reflexo. Convenit igitur partiri philosophiam in doctrinas tres: doctrinam de Numine, doctrinam de natura, doctrinam de homine."

165. De Dign. III, c. 5 (Ausg. 3, p. 93): „Operativam de natura in duas partes dividemus, idque ex necessitate quadam. Subjicitur enim haec divisio divisioni priori doctrinae speculativae. Physica siquidem et inquisitio causarum efficientium et materialium producit Mechanicam. At Metaphysica et inquisitio formarum producit Magiam. Nam causarum finalium inquisitio sterilis est et tanquam virgo Deo consecrata nihil parit."

166. De Dign. III, 1 (Ausg. 3, p. 73): „Partiemur igitur scientiam in Theologiam et Philosophiam. Theologiam hic intellegimus inspiratam sive sacram, non naturalem, de qua paulo post dicturi sumus. At illam (inspiratam nimirum) ad ultimum locum reservabimus, ut cum ea sermones nostros claudamus, cum sit portus et sabbathum humanarum contemplationum omnium." — Man vgl. hierzu De Dign. IX, 1.

167. De Principiis atque Originibus. Ausg. 3, p. 670.

168. Wir treffen Malerei und Musik unter den artes voluptariae; De Dign. IV, 2; 3, p. 114.

169. De Dign. liber II, cap. 4.

170. Vgl. 44, I, p. 423 ff. — Zu den späteren Schriften Bacons gehört in dieser Hinsicht auch das *Novum Organum*; unter den früheren kommen die „*Cogitationes de natura rerum*“ und die Schrift „*Parmenidis et Telesii et praecipue Democriti philosophia*“ in Betracht.

171. N. O. I, 51.

172. De Dign. III, cap. 4 (am Ende).

173. N. O. I, 57.

174. N. O. II, 8 und N. O. II, 48. — Ellis bemerkt in seiner Vorrede zur *Historia Densi et Rari*, daß Bacon seine Ansicht über die Existenz eines Vakuums im Laufe der Jahre geändert habe. In die ältere Zeit stellt er hierbei die *Cogitationes de natura verum* und die Fabel von Cupido, auf die jüngere Seite das *Novum Organum* und die *Historia Densi et Rari*. Der hier in Betracht kommende Teil der *Historia Densi et Rari* ist in den letzten fünf Jahren des Lebens Bacons geschrieben worden. Dort heißt es: „*Non est vacuum in natura, nec congregatum, nec intermixtum.*“ In merkwürdigem Gegensatz hierzu aber steht — trotz Ellis — die wieder unsichere und zurückhaltende Äußerung im *Novum Organum* gegen Ende von II, 48: „*Utrum vero Motus Nexus sit invincibilis adhuc haeremus. Neque enim pro certe affirmaverimus utrum detur Vacuum, sive coacervatum, sive permixtum.*“ Der *Motus Nexus* ist die Kraft in der Materie, welche der Entstehung eines Vakuums vorbeugen möchte. Bacon erklärt hier mit weiser Zurückhaltung, daß diese Kraft doch vielleicht nicht unüberwindlich sein könnte. — Vgl. 4, p. 357, p. 565.

175. Vgl. N. O. II, 8, und II, 48, gegen Ende. — 4, p. 357. Bacon spricht von einer *Plica materiae*, von einer Biegsamkeit der

Materie, wobei er den Leukippischen Begriff eines in festen Grenzen unveränderlich eingeschlossenen Atoms bestreitet.

176. N. O. II, 8.

177. Vgl. 44, I, 431, der sich hier auf die *Historia Densi et Rari* stützt.

178. Ich übernehme diese deutsche Übersetzung aus 54, Band I, p. 76, obwohl sie nur eine recht freie Wiedergabe und Zusammenziehung Baconscher Darlegungen ist, die man 3, p. 525—526, findet, und zwar unter dem speziellen Kapiteltitel: „*Observatio super Spiritus, ut maneat juveniles et revirescant*“. (Aus der *Historia Vitae et Mortis*.)

179. Über diesen speziellen Punkt vgl. Bacon: „*Sylva sylvarum sive Historia Naturalis, Centuria IX, Nr. 897; 3, p. 945*. — Zu der folgenden Bemerkung über die Edelsteine vgl. ebenda *Centuria X, Nr. 960; 3, p. 958*.

180. Nach N. O. II, c. 48.

181. Der Ausdruck *ἀνεπιπέδον* stammt in dem hier gemeinten Sinne aus Aristoteles' *Meteorologie* (II, 8 u. III, 1). Bei Sextus Empiricus tritt dann das Substantiv *ἀνεπιπέδια* = Undurchdringlichkeit in seiner sehr speziell differenzierten Bedeutung auf. (Pyrrh. *Hypot.* III, 5.)

182. Laßwitz faßt (p. 434) die Situation Bacons in der Geschichte der Probleme so zusammen: „Für Galilei ist das Buch der Natur in mathematischer Sprache geschrieben, Bacon sucht — in einem mehrfach wiederkehrenden Bilde — nach dem ABC der Natur, nach den einfachen Elementen, deren Kombination die Wirklichkeit ergibt, aber er weiß diese nur mit dem Namen der „Formen“ zu bezeichnen. . . . Gerade das Wesentliche aller Bewegungslehre, das Maß der Bewegung, wird bei ihm zum „Anhängsel der Physik.“ (Wegen dieses letzten Ausdruckes siehe *De Dign.* III, 4.)

183. Auf die Geschichte der nachfolgenden Zeiten hat Bacon mit seinem Form-Ursachen-Prinzip zunächst gar keinen Einfluß geübt, sondern man hat gerade das hervorgezogen, was Bacon hintanstellen wollte: die bloßen *vehicula formae* (nämlich die effektiven physischen Ursachen), den *latens schematismus* und den *latens processus*. Über die *Metaphysik* und *Magie* dagegen hat man hinweggesehen, weil man nichts damit anfangen konnte. In diesem Sinne sei Stuart Mill, sagt Pierre Janet (42), „*Baconis simul haeres et proditor*“.

184. N. O. II, 3 heißt es: „*At qui efficientem et materialem causam tantummodo novit (quae causae fluxae sunt et nihil aliud quam vehicula et causae formam deferentem in aliquibus), is ad nova inventa, in materia aliquatenus simili et praeparata, parvenire potest; sed rerum terminos altius fixos non movet.*“ Hierzu gibt Fowler (4, p. 347) folgende Erläuterung, die eine kleinere Differenzierung zwischen den *causae efficientes* und den *causae materiales* nahelegt: „The meaning is that the Efficient and Material Causes vary as we pass from one substance to another (*fluxae sunt*) and convey or embody the form in certain cases only. In other cases, a different efficient cause might be necessary to convey, or a different material cause to embody the same form.“ — *De Dign.* III, 4 heißt es: „*Physica igitur causarum vaga et incerta et pro modo subjecti mobilia complectitur; causarum constantiam non assequitur.*“ (3, p. 80.)

185. Bacon: *De Dign.* III, 4 (3, p. 90). — Walter Schmidt, „Fr.

Bacons Theorie der Induktion“ in der Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik 113, Heft 1, Leipzig 1898, p. 42 ff.

186. N. O. II, 2: „Efficiens vero, et materia (quales quaeruntur et recipiuntur, remotae scilicet absque latenti processu ad formam) res perfunctoriae sunt, et superficiales, et nihili fere ad scientiam veram et activam.“

187. R. L. Ellis (1) hat geglaubt, den Zusammenhang zwischen unserer heutigen Physik der *causae efficientes* und der Baconischen Formen-Metaphysik etwas straffer spannen zu können, wofür man nur in der Baconischen Methodenlehre eine Ergänzung vornehme. Er hat geglaubt, dort eine Lücke zu entdecken.

Er vermißt die Methode der Durcharbeitung und Verfeinerung der Begriffe, welche zwischen die bloße Wahrnehmung und Beschreibung der Phänomene und ihre induktive Aufklärung treten müßte. Als Beispiel führt Ellis an, daß man zuerst den richtigen Begriff von den Bewegungen des Mars haben müsse, ehe man zur Einsicht in das Wesen der Planetenwelt gelangen könne. Ellis genügt die vage Auffassung nicht, die die ganz naiven Menschen von den Erscheinungen (Naturen) zu haben pflegen, um auf ein so mangelhaftes Material den Baconischen Prozeß des Gewinnes von Formeinsichten direkt stützen zu können. Eine gewöhnliche *Historia naturalis* vermag die hier von Ellis bemerkte Lücke nicht zu füllen. Indem er nun die Baconische Methode durch die von ihm postulierte Methode der begrifflichen Klärungsarbeit zu bereichern sucht, hofft er die Baconische Methode zur wahren Methode der Naturwissenschaft herüberzuziehen. Damit zugleich würde vielleicht auch der Gegensatz gemildert oder überbrückt, der nach Bacon zwischen den Methoden der Physik und der Metaphysik der Formen bestehen soll.

Walter Schmidt hat ganz recht, wenn er behauptet, daß dieser Weg der begrifflichen Klärung der Erscheinungen eben der ist, der Bacon fern lag, wofür man den Weg im Sinne einer äußerlichen logischen Merkmalslehre nimmt. Wofür man aber die begriffliche Klärung in so tiefem Sinne nimmt, daß bei derselben ganz neue Wesensanschauungen hervortreten können, so würde mit der Methode der Begriffsbildung, die Ellis einschob, nicht etwa bloß eine Vorarbeit zur Baconischen Methode geleistet werden, sondern es würde in ihr überhaupt alles beschlossen liegen, was man wollen und erreichen kann, so daß dann Bacon's Induktion der Formen bereits vollzogen wäre bzw. nicht weiter als etwas Besonderes hinzutreten brauchte.

188. Walter Schmidt hat sich in zwei Abhandlungen zur Baconischen Induktionslehre geäußert, die in der „Zeitschrift für Philosophie und philos. Kritik“ in den Jahren 1895 und 1898 erschienen sind. Die Ausführungen Walter Schmidts stehen ebenfalls unter dem Gesichtspunkte, daß Bacon ein Führer vom Sinnlich-Subjektiven her zum wahren objektiven realen Sein hin sein wolle. Der Weg aber vom Subjektiven zum Objektiven würde dann nach Walter Schmidt durch die Stationen bezeichnet sein (im Sinne Bacons): „Naturen“ — „Substanzen“ — „causae efficientes“ — „Formen“. Mir will scheinen, daß man es mit diesen Gesichtspunkten und Zurechtlegungen nicht allzuernst nehmen sollte, solange es sich um die Frage der historischen Interpretation handelt. Wenn man sagt, daß die Erkenntnis der „Substanzen“ und der „causae efficientes“ Mittelglieder auf dem Wege von den „Naturen“ zu den „Formen“ seien, so scheint mir dies höchstens als Bemühen be-

rechtigt, unser heutiges Durchdenken der Probleme an der Hand der alten Überlieferungen zu üben und zu klären, damit wir zwischen den heterogenen Anregungen nicht gar zu hilflos stehen zu bleiben brauchen.

189. N. O. II, 2; vgl. hierzu 4, p. 346. Als eine gelegentliche Finesse Bacons, deren er jedoch an wichtigen Stellen oft auch nicht gedenkt, erörtert Walter Schmidt hierzu noch folgendes: „Das Verhältnis von *genus verum* und *forma* wird durch die *lex actus* geregelt. Die *lex* gibt die Art der Limitierung jeder einzelnen Form aus dem allgemeinen *genus* an, z. B. der Wärme aus Bewegung, und damit das eigentliche Wesen der Form. Daher werden *lex* und *forma* wiederholt gleichbedeutend gebraucht, z. B. N. O. II, 13". (Nach Walter Schmidt: „Fr. Bacons Theorie der Induktion“, Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik 112, Heft 1, Leipzig 1898, p. 42.)

190. De Dign. liber III, cap. 5; 3, p. 94.

191. De Dign. liber III, cap. 5; 3, p. 95.

192. De Dign. liber III, cap. 6. — Vgl. auch 54, 1, p. 40.

193. De Dign. liber II, cap. 11.

194. De Dign. liber II, cap. 6, Anfang; 3, p. 51.

195. De Dign. liber II, cap. 7.

196. De Dign. liber II, cap. 10.

197. De Dign. liber II, cap. 4.

198. De Dign. liber II, cap. 12.

199. De Dign. liber II, cap. 1; 3, p. 43—44.

200. De Dign. liber II, cap. 13.

201. De Dign. liber III, cap. 1; 3, p. 73.

202. „Sibi monstratus et exhibitus“, 3, p. 73.

203. Die *philosophia prima* soll ganz allgemeine Kategorien und ganz allgemeine Grundsätze enthalten. Auf welchen erkenntnistheoretischen Wegen oder durch welche Methoden wir zu denselben gelangen, wird nicht gesagt. Jedoch besteht die starke Tendenz, daß diese allgemeinsten Begriffe und Grundsätze durchaus konkret und empirisch belegt, exemplifiziert und wie Erfahrungsdinge durchdacht werden sollen. Das ist sehr eigentümlich. Sigwart stellt das Unzulängliche dieses Versuchs in seinem Aufsatz „Ein Philosoph und ein Naturforscher über Franz Bacon von Verulam“, besonders p. 114 ff., sehr stark ins Licht.

Oberste Sätze sind z. B.: Ungleiches zu Gleichem gibt Ungleiches. Das gelte in der Mathematik, aber auch in der Ethik; denn zu ungleichen Vergehen die gleiche Strafe fügen, sei ungleich, d. h. unbillig. Ein anderer oberster Grundsatz lautet: Die Fäulnis ist gefährlicher, solange sie noch im Verborgenen schleicht, als wenn sie zur Reife entwickelt ist. Das gelte in der Medizin von den ansteckenden Krankheiten, aber auch in der Moral (von der Ansteckung durch verdorbene Charaktere).

Die Kategorienlehre will Bacon auf folgende Weise behandeln wissen: „Wenn man die Begriffe Viel und Wenig untersucht, soll man sich darüber Rechenschaft ablegen, warum es so viel Eisen und so wenig Gold in der Natur gibt. Wenn man die Begriffe des Ähnlichen und des Unähnlichen behandelt, soll man dartun, warum die Natur zwischen den verschiedenen Gattungen ihrer Geschöpfe gern Übergänge einschiebt, wie es doch z. B. zwischen Vierfüßlern und Vögeln die Fledermäuse gebe und zwischen Vögeln und Fischen die fliegenden Fische. Über dieses und ähnliches beobachteten die sonst üblichen Erörterungen jener meta-

physischen Begriffe tiefes Stillschweigen“, so beklagt sich Bacon; denn den Spitzen der Worte, sagt er, nicht den Feinheiten der Natur gehen die Menschen nach.

204. 3, p. 74.

205. De Dign. liber IV, cap. 1.

206. 3, p. 102.

207. De Dign. liber III, cap. 4 und liber IV, cap. 3.

208. 3, p. 115.

209. Genesis, Kap. II, Vers 7 und Vers 20 und 24.

210. 3, p. 115.

211. De Dign. liber IV, cap. 3; 3, p. 116; und liber V, cap. 1.

212. De Dign. liber V, cap. 1; 3, pag. 121.

213. 3, pag. 121; ebendasselbst findet man auch das im Text folgende Zitat: p. 120—121.

214. „At istud lumen siccum plurimorum mollia et madida ingenia offendit et torret.“ 3, p. 112.

215. De Dign. liber V, cap. 4; 3, p. 137.

216. De Dign. liber V, cap. 2; 3, p. 126.

217. De Dign. liber V, cap. 2; 3, p. 126. — Wir haben bei der deutschen Wiedergabe der acht Punkte mit den Worten Experiment und Erfahrung gewechselt, während Bacon überall nur experimentum sagt. Aber sein Begriff des experimentum deckt sich nicht ganz mit dem, was wir heute Experiment nennen.

218. De Dign. liber V, cap. 3; 3, p. 132.

219. „propter longe maiorem naturalium operationum quam verborum subtilitatem“. De Dign. liber V, cap. 2; 3, p. 125.

220. Der Baconische Name dafür heißt Ars Traditivae nach liber VI, cap. 1, oder auch Ars Elocutionis seu Traditionis nach liber V, cap. 1. — „Accedamus nunc ad Artem Tradendi sive Proferendi et Enunciandi ea, quae Inventae, Judicata ac in Memoria repositae sunt; quam nomine generali Traditivam appellabimus.“ VI, 1.

221. De Dign. liber VI, cap. 3; 3, p. 156—157.

222. Die Ausdrücke Philosophia Speculativa und Philosophia Operativa, die Bacon gelegentlich gebraucht, haben eine völlig anders gerichtete Bedeutung. Im Verhältnis dieses Gegensatzes steht z. B. die Magie zur Metaphysik. Vgl.: De Dign. III, 3.

223. Essais XVI: De Atheismo.

224. De Dign. IX, 1.

225. Kuno Fischer meint in seinem Bacon-Buche (38, 2. Aufl. 1875, p. 408), daß die Unfähigkeit der Baconischen Philosophie, sich auf die tieferen Geheimnisse einzulassen, die wir heute die metaphysischen oder transzendentalen zu nennen pflegen, ein Zeichen ihrer Schwäche und Enge sei — in prinzipieller Hinsicht. Zugleich aber erklärt er es für eine persönliche Stärke Bacons, daß er die Grenzen seiner Erfahrungsphilosophie und Erfahrungsmethodik so deutlich gefühlt habe, daß er derselben eine bestimmte beschränkte Aufgabe zugewiesen, daneben aber für andere Seeleninhalte des Menschen noch Raum gelassen habe. „Die Baconische Philosophie begreift selbst in diesem Punkte ihre Schranke, sie ist sich deutlich bewußt, daß innerhalb ihrer Verfassung Geist, Gott, Religion unergründliche Objekte sind; diese deutliche und ausgesprochene Einsicht beweist, daß sich die bloße Erfah-

rungsphilosophie in ihrem Urheber selbst richtig erkannte und ihre Grenzen einzuhalten wußte."

226. W. Diltheys Schriften, Band II: Weltanschauung und Analyse des Menschen seit Renaissance und Reformation, 1914, p. 260. — Der durch Kants Einfluß heute so hoch bewertete Begriff der Autonomie muß natürlich seine Geschichte haben, und Dilthey ist der Meinung, daß in der Entstehung der modernen Naturwissenschaft eine starke Wurzel dieses modernen sittlichen Prinzips liege. Denn die Galilei-Keplersche Naturwissenschaft habe die Erkenntnis der subjektiven Natur der sinnlichen Qualitäten und damit die Betonung der rationalen und apriorischen Elemente im menschlichen Verstande mit sich gebracht.

227. De Dign. VII, 3. — Besonders wird dies für die Affekte der Hoffnung und Furcht ausgeführt. — Vgl.: Jodl: Geschichte der Ethik, I. Bd., 3. Aufl., 1920, p. 194 und p. 591 (die Anm. 20).

228. Vertreter der erstgenannten Ansicht ist Pfeleiderer, Vertreter der letzteren Jodl: Geschichte der Ethik, I, 3. Aufl., p. 194 und 590. — Vgl. Bacon: De Dign. VII, 2.

229. De Dign. VII, 1 und 3.

230. 16, Nr. XVI u. XVII. In der Ansicht von der Verderblichkeit des Aberglaubens sei Bacon vorangegangen, sagt Jodl, I, p. 193, und Hobbes, Locke, Shaftesbury, Hume, auf französischem Boden Bayle, seien ihm gefolgt. Von Hume und Bayle seien Helvetius und Holbach abhängig.

231. De Dign. VII, 1.

232. De Dign. VII, 1, gegen Ende.

233. De Dign. VII, 2.

234. De Dign. VII, 3.

235. De Dign. VIII, 1.

236. De Dign. VIII, 2.

237. 38, 2. Aufl., p. 398.

238. De Dign. VIII, 3; Ausg. 3, p. 337: „Cum artes imperii tria officia politica complectantur, primo, ut imperium conservetur, secundo, ut beatum efficiatur sive florens, tertio, ut amplificetur finesque eius longius proferantur, de duobus primis officiis, maxima ex parte, egregie e nonnullis tractatum est; de tertio siletur. Illud itaque inter desiderata reponemus et more nostrum exemplum eius proponemus . . .“

239. De Dign. VIII, 3.

240. De Dign. VII, 2; Ausg. 3, p. 196: „Fieri enim nullo modo potest, ut conjugatur serpentina illa prudentia cum innocentia columbina, nisi quis mali ipsius naturam penitus pernoscat. Absque hoc enim deerunt virtuti sua praesidia et munimenta. Imo neque ullo modo possit vir bonus et probus malos et improbos corrigere et emendare, nisi ipse prius omnia malitiae latibula et profunda exploraverit.“

241. Wir folgen hier zum Teil dem kurzen hübschen Aufsätze in dem „Archiv für das Studium der neueren Sprachen und Literaturen“, herausgegeben von Ludwig Herrig (17. Jahrgang, 31. Band, p. 257 ff., Braunschweig 1862). Der Aufsatz hat keinen Verfassernamen, vielleicht infolge eines Druckversehens, er trägt die Überschrift „Montaigne und Bacon“.

242. 17.

243. Nach 36, Band I, p. 276. Vgl. auch ebenda I, p. 273, p. 320, zum folgenden auch p. 251, 325.

244. Nach Eduard Färber: „Die geschichtliche Entwicklung der Chemie“, Berlin 1921, p. 29—30.

245. Nach Eduard Färber, p. 17, der hier sich auf E. O. v. Lippmann stützt, „Entstehung und Ausbreitung der Alchemie“, Berlin 1919, p. 183.

246. Nach 36, I, p. 281, p. 320.

247. Ich verdanke in dieser Hinsicht die besten Hinweise und Anregungen dem Buche von Färber (Berlin 1921, s. o.).

248. 36, I, 272, 325. Färber, p. 19.

249. Nach 36, I, 278, dem ich auch sonst viel des hier verarbeiteten Tatsachenmaterials entnommen habe.

250. Vgl. Färber, p. 53.

251. Nach 36, I, p. 321.

252. H. St. Chamberlain, „Grundlagen des neunzehnten Jahrhunderts“, Hauptausgabe, p. 756; XIII. Aufl., München 1919, p. 900.

253. 36, II, p. 216—217, der ebendort ein Werk von Kopp zitiert: „Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit“, Heidelberg 1886.

254. Zitiert nach Dannemann, der als Quelle angibt: Klopp, Leibniz' Werke, Bd. I, p. 143.

255. Nach 36, II, p. 344. Es wird dort hinsichtlich der im späteren Alter abgefaßten Schrift Leibnizens verwiesen auf *Miscellanea Berolinensia*, 1710, p. 16 ff.

256. Nach 36, I, p. 433. Zum folgenden siehe ebenda p. 432.

257. Dannemann sagt II, 358, „daß die Chemie eine vorwiegend induktiv verfahrenende Wissenschaft ist und sich der deduktiven Behandlung erst in unseren Tagen zu erschließen beginnt.“

258. Nach E. Wiedemann hat Leonardo da Vinci sehr viel von den Arabern entnommen; sein handschriftlicher Nachlaß wäre dann zum großen Teil eine Sammlung von Exzerpten oder Notizen auf Grund des Gelesenen. Eine Erlanger Dissertation von Werner (so finde ich es bei Dannemann I, p. 484, angegeben) habe nachzuweisen unternommen, daß Leonardo bei seinen Studien zur Optik die Schriften des Arabers Alhazen gekannt haben müsse.

259. Leonardo dürfte immerhin auch der europäischen philosophischen Literatur seiner Zeit Beachtung geschenkt haben. Duhem in seinen „*Etudes sur Léonard de Vinci*“ glaubt zeigen zu können, daß Leonardo die Schriften des Nikolaus von Cues gekannt hat, der freilich in den Lionardoschen Manuskripten nirgends genannt wird. (Duhem, Bd. II, p. 99 ff.) Auf dem Gebiete der Mechanik stützte sich Leonardo auf Heron, Vitruo und die mittelalterlichen Lehrbücher des Jordanus Nemorarius u. a. Albert von Sachsen wird von Leonardo zitiert; von ihm hat er gewisse statische Lehren über den Erdschwerpunkt und das Gleichgewicht der Meere. In der Theorie von Ebbe und Flut stützt sich Leonardo auf den Scholastiker Themon. (Vgl. 36, I, p. 385.)

260. Ob Leonardo durch diese Manuskripte nicht doch eine Wirkung auf das Jahrhundert ausgeübt hat, das auf ihn folgte, ist eine Frage, über die die Ansichten der Spezialforscher noch nicht ganz feststehen. Eine wichtige Studie hierüber ist die von P. Duhem „*Etudes sur Léonard de Vinci: ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu* (Paris 1909). Dort wird zu zeigen versucht, daß besonders der italienische Mathematiker und Naturphilosoph Cardanus (1501—1576) von Leonardo abhängig ist. (Duhem, Bd. I, p. 223 ff.) Dannemann (I, p. 385) hält auch einen

Einfluß Lionardos auf den berühmten französischen Kunsttöpfer und Erfinder einer Fayence Palissy für nachweisbar (1510—1589); desgl. auf Roberval. Dieser Palissy wird von einigen auch als Wissenschaftler hoch bewertet (36, II, 25, Anm. 1). Wir sprachen bereits über einen vielleicht möglichen Zusammenhang zwischen Palissy und Bacon von Verulam. Vgl. zu diesen Fragen auch 36, II, p. 25, Anm. 1; ferner 34, I, p. 320, Anm. 3 u. 4.

261. Vgl. E. O. Lippmann, a. a. O. I, p. 349.

262. Die Auswahl 27 enthält folgende Abteilungen: Ober die Wissenschaft; Von der Natur, ihren Kräften und Gesetzen; Sonne, Mond und Erde; Menschen, Tiere und Pflanzen; Philosophische Gedanken; Aphorismen, Allegorien; Entwürfe zu Briefen; Allegorische Naturgeschichte; Fabeln, Schöne Schwänke; Prophezeiungen.

263. „Wo eine Flamme entsteht, da erzeugt sich ein Luftstrom um sie. Dieser dient dazu, die Flamme zu erhalten. Das Feuer zerstört ohne Unterlaß die Luft, durch die es unterhalten wird. Sobald die Luft nicht geeignet ist, die Flamme zu unterhalten, kann in ihr kein Geschöpf leben. Die Flamme disponiert zuerst die Materie, aus der sie entsteht, und kann sich dann davon ernähren. Indem sie Nahrung für die Flamme wird, formt sie sich in sie um.“ Aus Lionardos Manuskripten, zitiert nach 36, I, p. 387.

264. Vgl.: E. O. Lippmann, a. a. O. I, p. 355.

265. Nach 36, I, p. 385, 386.

Ernst Mach sagt 49, p. 118: „Eine gewisse instinktive Kenntnis von der Beharrung einer eingeleiteten Bewegung wird wohl keinem normalen Menschen fehlen.“ Aber Lionardo wisse schon etwas mehr. Er wisse, daß ein in Bewegung gesetzter Körper sich um so weiter fortbewegt, je geringer der Widerstand ist; aber er denke dabei nur, daß der Körper die ihm angemessene Weglänge vollenden wolle; an eine dauernde Beharrung bei vollkommen fehlendem Widerstande scheint Lionardo nicht gedacht zu haben — sofern wir Ernst Machs Mitteilungen hierüber folgen dürfen.

266. 12, II, p. 289, Aphorismus N. 1155. Vgl. auch das Zitat dieses Satzes in 37, p. 13. In diesem letzteren Werke finden wir auch einige interessante Sätze Lionardos über die Bewegung auf der schiefen Ebene wiedergegeben. „Das Fallen des Körpers A auf der Linie AC erfolgt im Verhältnis zum Fallen in AB in einer Zeit, die um so länger ist, als AC im Vergleich mit AB mehr Länge hat.“ Und: „Der schwere Körper A fällt schneller durch den Bogen ACE als durch die Sehne AE“. — Auch kann man von einem Anfang einer Einsicht in das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten bei Lionardo sprechen. (37, p. 15.)

267. Vgl. 36, I, p. 386; 11, A, Fol. 23; 12, II, 137.

268. „Tu nel tuo discorsi ai a concludere la terra essere una stella quasi simile alla luna e la nobilità del nostro mondo“. Und „Il sole non si move.“ Vgl. 12, II, Nr. 858, 865, 866, 886.

269. Siegmund Günther: „Geschichte der Mathematik“ I, p. 308 (Sammlung Schubert, Leipzig 1908).

270. Nach 36, I, p. 391.

271. 11, E, Fol. 55.

272. Ein Buch von Troels-Lund: „Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten“ (ins Deutsche übersetzt in 3. Aufl., 1908, Leip-

zig), geht von diesem Grundgedanken aus. Vielleicht ist Spengler von diesem Buche beeinflusst.

273. Nikolaus Cusanus (1401—1464): „De venatione sapientiae“, cap. 28. Vgl. zu dem folgenden E. F. Apelt: „Die Reformation der Sternkunde“, Jena 1852. — In seinem Hauptwerk „De docta ignorantia“ äußert er (II, 1 u. 2): „Es ist jetzt klar, daß die Erde sich wirklich bewegt, wenn wir es gleich nicht bemerken, da wir die Bewegung nur durch den Vergleich mit etwas Unbeweglichem wahrnehmen.“ Den Gedanken, daß die Fixsterne ein solches Unbewegliches sein könnten, erörtert Nikolaus von Cusa nicht. „Wüßte jemand nicht,“ so fährt er fort, „daß das Wasser fließt, und sähe er das Ufer nicht, wie würde er, wenn er in einem auf dem Wasser dahingleitenden Schiffe steht, bemerken, daß das Schiff sich bewegt? Da es daher jedem, er mag auf der Erde, der Sonne oder einem andern Sterne sich befinden, vorkommen wird, als stände er im unbeweglichen Mittelpunkte, während alles um ihn her sich bewege, so würde er in der Sonne, im Monde, im Mars stehend, immer wieder andere Pole abgeben.“ (Nach 36, I, 381.)

274. Dr. Clemens in Bonn schrieb über „Giordano Bruno und Nicolaus von Cusa“, Bonn 1847. — E. F. Apelt: Die Reformation der Sternkunde, p. 26.

275. Nach E. F. Apelt: Die Reformation der Sternkunde, p. 47—50.

276. Ein Pole namens L. Birkenmajer hat 1900 in Krakau ein Buch erscheinen lassen, in dem diese Behauptung aufgestellt wird. Vgl. Ueberweg-Heinze, 12. Aufl., III, p. 644 und p. 127. Sein Vater Niklas Koppernigk war aus Schlesien nach Thorn übergesiedelt. (Weber-Baldamus, Weltgeschichte, 22. Aufl., III, 5 98.) — Die Abkunft seiner Mutter ist ebenfalls als deutsch nachgewiesen (36, I, p. 403); sein Oheim mütterlicherseits war der Bischof von Ermland, der ihm die Stelle als Domherr in Frauenburg verschaffte.

277. Vgl. Robert Hessen: „Deutsche Männer, Fünfzig Charakterbilder“, Stuttgart 1912.

278. Vgl. 4, p. 31, Anm. 77.

279. Es ist dies sehr deutlich in Newcomb-Engelmanns „Populärer Astronomie“, p. 31, am Exempel der Mondbewegung dargestellt. (6. Aufl., Leipzig 1921.)

280. Vgl. Robert Hessen: „Deutsche Männer“, p. 111—112.

281. 10, I. Buch, 10. Kap.; nach der Übersetzung von Dannemann: „Aus der Werkstatt großer Forscher“.

282. Nach Newcomb-Engelmann, Populäre Astronomie, 1921, p. 43.

283. Es heißt bei Koppernikus (26, V, Kap. 9, p. 282): „Wie nämlich der Umfang der Erde in bezug auf die Entfernung des Mondes parallaktisch wirkt, so muß auch ihre Bahn, in welcher sie jährlich umläuft, auf die 5 Planeten wirken; nur sind diese letzteren Parallaxen, wegen der Größe der Bahn, weit merklicher.“ Hierzu ist zu sagen, daß Koppernikus sein Werk ganz systematisch angelegt hat; er spricht in den ersten vier Büchern nur von Sonne, Erde und Mond. Niemand wird glauben, daß dieses systematische Vorgehen dem Gedankengange entsprechen müßte, in dem seine Entdeckungen einander gefolgt sind.

284. Vgl. hierzu den kurzen Hinweis bei Newcomb-Engelmann, p. 42, Zeile 33—37.

285. Es ergab sich, daß der Stern, dessen Entfernung Bessel aus der von ihm beobachteten Parallaxe berechnete, über eine halbe Million

Erdbahnradien von uns entfernt ist. Vgl.: 36, II, p. 125; ferner Danne-
mann: „Aus der Werkstatt großer Forscher“, p. 359.

286. Nach Newcomb-Engelmann, p. 27 u. p. 44.

287. 10. Buch I, cap. 11; 26, p. 29. Vgl. hierzu auch Apelt: Die
Epochen der Geschichte der Menschheit I, p. 265.

288. Vgl. J. Frischauf: „Grundriß der theor. Astronomie und der
Geschichte der Planetentheorien“, 3. Aufl., Leipzig 1922, p. 102—103.
— Eine vollkommen reine Sonderung der ersten Ungleichheit von der
zweiten bestand auch noch nicht, als Tycho und Kepler sich gemeinsam
an die Arbeit machten. (E. F. Apelt, Reformation der Sternkunde, p. 283.)

289. Vgl. E. F. Apelt: „Epochen der Geschichte der Menschheit“,
Jena 1845, I, p. 239—240. Eine gute klare lateinische Darstellung dieser
diffizilen Verhältnisse findet man aus der Feder Mästlins in dem Ori-
ginalbände der zweiten Ausgabe des *Mysterium Cosmogr.*, Frankfurt
1621, p. 148—149; ebenda ist auch eine sehr einleuchtende Zeichnung
beigegeben.

290. So behauptet Newcomb-Engelmann, p. 43—44.

291. Nach 57, B. III, 12. Aufl., 1924, p. 129.

292. 26, p. 27—28: „Non inepte quidam (solem) lucernam mundi,
alii mentem, alii rectorem vocant. Trismegistus visibilem deum, Sophoclis
Electram intuentem omnia.“ (10, p. 30; vgl. auch 57, III, p. 129.)

293. Vgl. 59, p. 11.

294. Vgl. 59, p. 34. — Die gelegentlich auftretende Behauptung, daß
Tychos System nur einer posthumen Legende sein Dasein verdanke, ist
also falsch.

295. Nach 36, II, p. 123.

296. „Quaeso te, mi Joannes, ut quando quod tu Soli pellicienti, ego
ipsis Planetis ultro affectantibus et quasi adulantibus tribuo, velis eadem
omnia in mea demonstrare hypothese, quae in Copernicana tibi declarare
est cordi.“ (Gassendi: *Vita Tychonis*, liber V, p. 179.) — Apelt:
„Epochen der Geschichte der Menschheit“ I, p. 257.

297. Apelt: „Reformation der Sternkunde“, p. 222.

298. Vgl. 36, III, p. 138.

299. Aus einem Brief Keplers über das Schicksal seiner Mutter
(9, VIII, p. 362). Am 5. August 1620 wurde die Mutter „ad petitionem
adversariae conspirante praefecto in custodiam data et plane ad torturam
postulata. Nihil erat potius quam ut a 70 milliaribus accurrerem . . .
Laboratum hac in re usque in 4 Novembris anni 1621, cum solenni . . .
13 Aprilis anno 1622 Deus finem vitae matris et litis fecit anno 75.“

300. Vgl. 36, II, p. 137, und Weber-Baldamus, „Weltgeschichte“,
Bd. III (22. Aufl., 1919), p. 442.

301. Vgl. 24, p. 360.

302. Diese schöne deutsche Übersetzung entnehme ich dem Buche
von Karl Jellinek „Das Weltgeheimnis“ (Stuttgart 1921), p. 46. Im
lateinischen Original lauten die Verse (9, VIII, p. 925):

„Mensur eram coelos, nunc terrae melior umbras;

Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.“

In dem Buche von L. Günther: „Die Mechanik des Weltalls“, Leipzig
1909, p. 95, wird folgende Übersetzung gegeben:

„Lebend maß ich die Himmel, jetzt mess' ich das Dunkel
der Erde.“

Himmelab stammte der Geist; Erde bedeckt nur den Leib.“

Ein Prediger in Regensburg um 1700 hat behauptet, daß er eine Abschrift der ganzen Grabtafel Keplers noch besessen habe. (Nach L. Günther.)

303. Kepler: *Harmonice mundi*, lib. IV, cap. 7. — Übersetzung nach 34, Bd. I, p. 329—330.

304. Die sogenannte Bodesche Reihe der Planetendistanzen ist ebenfalls erst ein sehr viel späterer Versuch in der gleichen Richtung. Sie ist 1766 von dem Wittenberger Professor Titius aufgestellt worden. Siehe Newcomb-Engelmann „Populäre Astronomie“, p. 266.

305. „Orbitus ipsi tantum relinquo crassitiam, quantum requirit ascensus descensusque planetarum.“ (Zitiert nach Apelt: „Epochen der Gesch. d. Menschheit“ I, p. 401.)

306. *Mysterium cosmographicum*, c. 14. — Apelt: *Epochen* I, p. 400 ff. — Ludwig Günther: *Mechanik des Weltalls*, Leipzig 1909.

307. 36, II, p. 127. — Tycho schrieb 1598 in seinem ersten Brief an Kepler: „Die Erdbahn nach Kopernikus (oder der Epizykel nach Ptolemäus) scheint nicht immer dieselbe Größe zu haben, vielmehr zeigen die Beobachtungen der drei oberen Planeten eine Veränderung derselben ganz deutlich an, die dadurch entstehende Winkeldifferenz steigt bei Mars sogar bis auf 1°45'.“ (Nach Apelt: *Ref. d. Sternkunde*, p. 281.)

308. Apelt: *Ref. d. Sternkunde*, p. 299—300.

309. Das zweite Keplersche Gesetz ist sogar in einer ungenauen Form bereits vor dem ersten gefunden worden. Denn es wurde zuerst für die Erdbahn aufgestellt, die dabei noch als ein exzentrischer Kreis aufgefaßt ward. Nach Siegel, „Geschichte der deutschen Naturphilosophie“, Leipzig 1913, p. 10.

310. E. F. Apelt: „Reform der Sternkunde“, 1852, hat bereits diesen doppelten Fehler im Rechnungsverfahren bei Kepler festgestellt (p. 287 daselbst). — Siegel glaubt Kepler wegen dieser Fehler rechtfertigen zu können (55, p. 9); ich vermag ihm darin nicht ganz beizustimmen. Siegel führt (55, p. 346, Anm. 9) als erste, ihm bekannt gewordene Aufdecker der Keplerschen Fehler den Astronomen Encke an, der in einer Vorlesung darüber gesprochen habe, und C. G. Reuschle in dem Buche „Kepler und die Astronomie“, Frankfurt 1871.

311. 36, II, p. 167.

312. Es wird auf sie ausdrücklich Bezug genommen, z. B. liber V, cap. III; Originalausgabe der *Harmonice* (Linz 1619), p. 186.

313. 9, I, p. 140; *Mysterium cosmographicum*, 12. Abschnitt; 24, p. 162 ff. — In einem Brief vom 29. August 1599 berichtet Kepler an Mästlin über die von ihm vermuteten Zusammenhänge zwischen den regulären Körpern und den musikalischen Zusammenklängen: 9, I, p. 197 ff. Ähnliches schreibt Kepler an den Fürsten von Anhalt am 29. Juli 1607; 9, I, p. 203.

314. Hinsichtlich der Polyeder- und Musikspekulationen Keplers weist Whewell darauf hin, „daß selbst Newton ähnliche Analogien zwischen den Räumen, welche die prismatischen Farben trennen, und zwischen den musikalischen Noten der Tonleiter aufgesucht hat“. Er verweist auf Newton: *Optik*, B. II, Prop. IV, Obs. 5. (58, Bd. I, p. 424).

315. Apelt: *Ref. d. Sternkunde*, p. 228—230; 55, p. 11.

316. *Harmonice* V, 7. Abschnitt; 24, p. 98. — In der originalen Schlüsselschrift findet man die Melodien der Planeten bei Kepler:

9, V, p. 294; oder Kepler: *Harmonice*, Originalausgabe, Linz 1916, p. 207; oder auch bei Ludwig Günther: „Mechanik des Weltalls“, p. 82. — Die Übersetzung in die moderne Schlüsselschrift habe ich aus Bryks eben erwähnter Ausgabe übernommen (p. 95).

317. 58.

318. L. Günther: „Mechanik des Weltalls“, p. 83, sagt: Am 8. März 1618, nachdem Kepler über die musikalischen Harmonieverhältnisse bereits zur Befriedigung gelangt war, ging er nochmals an das Problem der Vergleichsmaße der Bahnlängen und Umlaufzeiten der Planeten. Er erhob die großen Achsen in die 2., 3. und 4. Potenz. Nach Beseitigung eines Rechenfehlers fand er am 15. Mai sein großes III. Gesetz.

319. *Harmonice mundi*, liber V, Prooemium; Apelt: „Epochen“ I, p. 254; 24, p. 55; Newcomb-Engelmann, p. 50.

320. Übersetzung nach Jellinek, „Weltengeheimnis“, p. 48. Diese Stelle steht am Ende des Kapit. 9 des Liber V, in der Originalausgabe p. 243.

321. Apelt: *Ref. d. Sternkunde*, p. 218 ff.

322. *Mysterium cosm.*, cap. 16. — 55, p. 12—13.

323. Kepler sagt im Briefe Fabricius vom 11. X. 1607: „Wenn zwei Steine an irgendeiner Stelle der Welt einander nahe gegenübergestellt würden, außerhalb des Einflußkreises eines dritten Körpers, so würden jene Steine, ähnlich wie zwei magnetische Körper, zu einer mittleren Stellung zusammen gehen, indem jeder sich dem andern in einem solchen Abstände nähert, als es der Masse des andern entspricht.“

324. Vgl. hierüber 34, I, 362.

325. In den *Epitomae astronomicae copernicanae* Keplers. Nach 36, II, p. 133.

326. 9, I, p. 176. — In lateinischer Form zitiert 34, I, p. 356. — Man vgl. auch das interessante Zitat bei 34, I, p. 358, Anm. 1.

327. 9, III, p. 319. — 34, I, p. 363, Anm. 2.

328. Eine Erwähnung der Neperschen Logarithmen findet sich *Harmonice*, Originalausgabe, 1619, p. 168.

329. Nach 36, II, p. 166.

330. Auch Scheiner hat in seinem Werk „*Oculus, hoc est fundamentum opticum*“, 1619, die Meinung ausgesprochen, daß die Linse sich beim Sehen näher Gegenstände stärker wölbt, für entferntere hingegen sich abflacht. Nach 36, II, p. 19. — Vgl. auch 36, II, p. 149.

331. Nach 34, I, p. 335, 336: „Color est lux in potentia, lux sepulta in pellucidi materia, si jam extra visionem consideretur; et diversi gradus in dispositione materiae, causa raritatis et densitatis, seu pellucidi et tenebrarum, efficiunt discrimina colorum.“

332. Windelband: *Lehrbuch der Gesch. d. Philosophie*, 3. Aufl., I, 318, 9. und 10. Aufl., p. 326. — 34, I, p. 369.

333. Dies schrieb Kepler im Mai 1608 in einem Briefe. 9, I, p. 378. — 34, I, p. 438.

334. *Harmonice mundi*, liber I, 9, V, p. 103—107. — 34, I, p. 370. Kepler betrachtet alle geometrisch konstruierbaren regulären Vielecke, und dabei untersucht er auch die Frage, ob es ein solches reguläres Siebeneck oder Elfeck gäbe. Das entscheidende Endurteil, das zugleich die leitende Idee der ganzen Untersuchung hervortreten läßt, lautet: „Manet igitur per omnes objectiones, per omnium frustra-

neos conatus, latera figurarum hujusmodi suapte natura esse ignota et inscibilia. Ut nihil mirum sit, id quod in Archetypo Mundi non potuit inveniri, neque etiam expressum esse in conformatione ipsius mundi partium." (Originalausgabe der Harmonice, p. 40; Ende der Propositio 45, liber I.) Das soll heißen: die sinnliche Architektur des Kosmos zeigt keine regulären Siebenecke oder Elfecke, weil die Platonisch-mathematische Idee der regulären Vielecke überhaupt Siebenecke und Elfecke als geometrisch konstruierbare Möglichkeiten nicht enthält. — Die neuere Algebra des Arabers Geber will zwar mit solchen Gebilden uns rechnen lehren; Kepler geht darauf ein (p. 534, l. c.), bekämpft einige Unklarheiten, die den neuen Ideen dieser Art noch anhaften (p. 36, 37), und beharrt schließlich auf seinem geometrischen Standpunkt. — Hinsichtlich der Frage, ob man nur von einem realen bekannten Sein oder auch von einem hypothetischen ausgehen dürfe, verhält er sich schwankend; vgl. p. 36, Zeile 31–39, und andererseits den von Seite 38 zu Seite 39 reichenden Absatz: „Illud autem obiter monendi sunt Metaphysici . . . Sufficiat monuisse.“

335. Cassirer zitiert (34, I, p. 350, Anm. 1) einen Satz Keplers (9, V, p. 332), den ich aus dem Lateinischen ins Deutsche übersetze: „Sieh nur, wie er“ (gegen einen Mystiker gesagt) „an den dunkeln Rätseln der Dinge seine Freude hat, während ich mich bemühe, die Dinge, auch wenn sie selbst in Dunkelheit eingehüllt sind, in das Licht des Verstandes zu ziehen. Das eine ist bei Chemikern, Hermetikern und Paracelsisten der Brauch, das andere aber ist die Eigenheit der Mathematiker.“

336. 9, I, p. 134.

337. 9, I, p. 203; Brief vom 29. Juli 1607.

338. „Sine quibus ego coecus sum“ (9, V, p. 424). — 34, I, p. 350, Anm. 1.

339. Nach 34, I, p. 350–351. — 9, V, p. 18 und p. 457–460.

340. „Primam contrarietatem Aristoteles in metaphysicis recipit illam, quae est inter idem et aliud: volens supra geometriam altius et generalius philosophari . . . Itaque quam Aristoteles dixit primam contrarietatem sine medio inter idem et aliud, eam ego in geometricis philosophice consideratis invenio esse primam quidem contrarietatem, sed cum medio, sic quidem, ut, quod Aristoteli fuit aliud, unus terminus, id nos in plus et minus, duos terminos, dirimamus.“ 9, I, p. 423. — 34, I, p. 351–352.

341. 9, I, p. 423.

342. 36, I, p. 314, 318. Dasselbst wird die Zeitschr. d. morgentl. Gesellsch. 1882 und darin ein Aufsatz von Baermann angezogen.

343. 34, I, p. 341–345. Cassirer hebt hervor, daß diese Tradition, der sich Osiander angeschlossen hat, von Ptolemäus über Thomas von Aquino bis zu den Terminalisten der Pariser Universität reicht. Er verweist auf das Werk von P. Duhem: *Essai sur la notion de Théorie physique de Platon à Galilée* (Paris 1908), in welchem Duhem dem Neuen bei Kepler freilich nur zum Teil gerecht wird.

344. Wir können Keplers Position als eine vermittelnde Zwischenposition zwischen der Idee der rein mathematischen Arbeitshypothesen und der Hoffnung der Philosophie auf eine Lösung der tieferen Sachfragen auffassen. Die Statuierung dieser Zwischenposition ist sehr bedeutend und geschichtlich sehr wichtig; sie ist jahrhundertlang und bis

auf den heutigen Tag für viele Denker maßgebend gewesen. Der Neukantianismus insbesondere sieht in ihr das endgültig letzte Wort der Weltweisheit, indem er freilich diese mathematische Naturwissenschaft mit einem subjektiven Idealismus verbindet. Er denkt sich die Aufgabe der Naturerkenntnis als einen unendlichen Prozeß, bei dem uns nur das, was wir jeweilig noch nicht vollkommen erfaßt haben, als von unmathematischer und philosophisch tieferer Art erscheint. Wenigstens ist diese Denkweise im Neukantianismus zeitweise stark hervorgetreten.

Cassirer stellt im Verlaufe seiner Darstellung der Keplerschen neuen Naturanschauungen sich einmal die Frage (I, p. 342), ob nicht eine Funktionsgleichung das einzige sei, was wir jedweder Naturerscheinung gegenüber als Erkenntnisgewinn davontragen können und ob nicht alles, was darüber hinausgehen würde, auf ein neues Hinzuziehen „verborgener Qualitäten und innerer Kräfte“ hinauslaufe. Er gibt, wie es im Zusammenhang seiner historischen Darstellungsweise begreiflich ist, keine ernstliche Auflösung dieser Frage, sondern er begnügt sich, zu behaupten, Kepler habe „Beschreibung“ und „Erklärung“ in eines gefaßt und damit den alten Widerspruch ausgeglichen. Ich vermag meinerseits die hier auftretenden Grundfragen nicht als gelöst anzusehen; jedoch räume ich ein, daß Kepler einen für lange Zeit hinreichenden Kompromiß zustande gebracht hat. Die Kantische Lehre von der Natur und der Neukantianismus bieten uns Variationen dieses Kompromisses.

345. 34, I, p. 367.

346. 34, I, p. 371—373.

347. Nach 34, I, p. 376.

348. Nach 34, I, p. 377.

349. Kepler: *Harmonice mundi*, liber I, 9, V, p. 83.

350. „Wir sehen hierbei davon ab, daß bloß der Zusammenklang der Töne in landläufiger Redewendung als ‚Harmonie‘ bezeichnet wird. Der Unterschied zwischen der Urharmonie und dem sinnlich wahrnehmbaren Zusammenklang scheint darin zu liegen, daß die Bestimmungsstücke der Urharmonie aus den Anschauungen der Raumlehre, dem Kreise und seinen Bögen nach bestimmtem Gesetze gebildet werden. Nun schöpft der Kreis seine Gestalt und seine gesetzmäßige Beziehung aus sich selbst; seine Bögen sind durch Sehnen begrenzt, seine Gestalt ist von der kreisförmigen Bewegung gewonnen. Beim sinnlich wahrnehmbaren Zusammenklange bedarf es dieser besonderen Gestaltung nicht; gerade Linien oder irgendwie gestaltete wahrnehmbare Größen können sie hervorrufen, sofern sie nur ihre getreuen Vorbilder im Urbilde besitzen.“ — 24, p. 15.

351. Kepler verteidigt Platon gegen den Aristotelischen Einwand, daß das Sein durch die Ideenlehre verdoppelt oder zerrissen werde, indem er darauf hinweist, daß Aristoteles der Relationsbegriffe nicht gedacht habe. „Der Quantitäten ... geschieht in diesen Streitigkeiten nur sehr selten Erwähnung, und der Quantitäten der Relationen überhaupt gar keine. Aristoteles träumt nicht einmal von den Abständen ... von Linien, welche eine Proportion bilden ...“ Die Aristotelische Kritik wirkt nämlich überzeugender, wenn sie im Hinblick auf Dingbegriffe geführt wird, weniger, wenn sie im Hinblick auf Relationsbegriffe versucht würde. Vollkommen mit Recht werden wir daher hier von Cassirer auf einen gewissen Triumph des Relationsbegriffes über den Substanzbegriff hingewiesen, der sich schon in

Kepler in philosophischer Weise vollzogen habe und der seither ein Charakteristikum des neuzeitlichen Geistes geblieben sei. — Das obige Zitat aus *Kepleri opera* (9) V, p. 218, ist hier Cassirer (34, I, p. 337) entnommen, woselbst es lateinisch wiedergegeben ist. — Der Idealismus oder Platonismus Keplers konzentriert sich schließlich, wenn wir darin der Auslegung Cassirers Glauben schenken wollen, ganz und gar auf die geometrische Begriffswelt. Das wäre das spezifisch Keplerische, worin er sich von den Alten unterscheidet. „Wir verstehen das Sein erst,“ so drückt es Cassirer in Anlehnung an eine Keplerstelle (9, VIII, p. 148) aus, „nachdem wir es zuvor in eine Form gegossen, die derjenigen unseres eigenen Geistes wesensverwandt ist. Die Natur des menschlichen Intellekts bedingt es, daß alles, was er vollkommen begreifen soll, entweder selbst Größe sein oder ihm durch Größen vermittelt werden muß.“ (34, I, p. 340.)

352. Kepler: *Harmonice mundi*, liber IV, 1. Abschnitt. Im Text wiedergegeben nach 24, p. 14.

353. *Mysterium cosmogr.* 9, I, p. 98. — *Harmonice mundi*, liber IV, cap. 2, 9, V, p. 226. — 34, I, p. 331—335, woselbst das letzte Zitat vollständig lateinisch gegeben ist.

354. Nach 34, I, p. 338. — 9, V, p. 221.

355. Nach 34, I, p. 338. — Hiergegen spricht allerdings die Studie Keplers über die Nobilität der Zahlen.

356. C. v. Chledowski: „Rom II, die Menschen des Barock“. Aus dem Polnischen ins Deutsche übersetzt, München 1912. Hinsichtlich der zweiten Tochter klingt der Bericht bei Wohlwill „Galilei und sein Kampf . . .“ etwas anders, jedenfalls weniger bestimmt.

357. Nach Chledowski. Hinsichtlich der Frage, ob Galilei ein Verbot überschritten habe, wäre jedoch noch auf die Meinung des Galileiforschers Wohlwill hinzuweisen, daß die Angabe im Protokoll der Untersuchung gegen Galilei, daß ihm ein formelles Schweigeverbot auferlegt worden sei, eine nachträgliche Fälschung sei, mit der man eine rechtliche Grundlage für den Prozeß von 1632 habe schaffen wollen. Vgl. auch „Oberwegs Grundriß“, Bd. III, 1924, p. 63.

358. 36, II, p. 17.

359. 36, II, p. 26 und p. 39. — Vgl. zum Folgenden auch die Darstellung bei Chledowski. — Daß Scheiner in ziemlich niederträchtiger Weise gegen Galilei intrigiert haben dürfte, tritt auch in den sehr ausführlichen Darstellungen bei Wohlwill hervor (59, p. 356 ff.). Unter dem Pseudonym Apelles richtete Scheiner mehrere Briefe an Welser und veröffentlichte zwei Schriften in der Sache der Sonnenflecken. „Es kann dahor“, meint Wohlwill, „die Vermutung nicht abgewiesen werden, daß ein Bewußtsein verübten und verleugneten Unrechts“, nämlich des Diebstahls von Ideen, „zum mindesten mitwirkend der scharf unfreundlichen Stimmung gegen Galilei zugrunde liegen mag, die in beiden Schriften Scheiners . . . hervortritt.“ (p. 474.)

360. Humboldt: *Kosmos* III, p. 383.

361. 36, II, p. 36.

362. Dieser herrliche Brief Keplers an Galilei anlässlich der Entdeckung der Jupitertrabanten ist vom 19. April 1610 datiert. (9, Bd. II, p. 485 ff.) Er ist hier wiedergegeben in der Übersetzung von Cassirer (34, I, p. 379). — Auf Grund der ersten Nachrichten

über die neuentdeckten Monde, die etwas rätselvoll verschleiert waren, wie es die damalige Zeit liebte, konnte daran gedacht werden, ob es vielleicht ein Fixstern sei, der von den vier Monden umkreist werde. Dies erregte Kepler; es wäre seiner Weltanschauung unerwünscht gewesen. Denn Kepler war mit seinem Freunde, dem Hofrat Wakher von Wakhenfels ungleicher Meinung über Giordano Brunos Lehre von der Vielheit der Welten und der Unendlichkeit der Welt. Wakhenfels stand auf Brunos Seite, Kepler gegen ihn; Kepler nennt sie eine „entsetzliche Philosophie“. Nachdem es aber entschieden war, daß es der Jupiter sei, den die vier neuen Monde umkreisen, genügte ihm dies, um auch dem Jupiter vernünftige Bewohner zuzuschreiben. Denn wozu der Reichtum, wenn niemand ihn bewundert? Aber Kepler blieb nichtsdestoweniger dabei, daß der Erde im biblischen Sinne eine Vorzugsstellung zukomme. Als erhabener und edler als die Erdbewohner will er die Jupiterbewohner nicht anerkennen. — Nach 59, p. 289 und p. 294 und 295.

363. 36, II, p. 33.

364. Vgl. hierzu die Feinheit in der Beobachtung und Erklärung einer sehr geringfügigen Abweichung (derzufolge der in die Höhe geworfene Körper nicht ganz genau in die Hände des Werfenden zurückkehrt) in den Manuskripten Lionardos, die wir in dem Kapitel über ihn mitgeteilt haben. — Der Unterschied der beiden Fälle beruht auf folgendem. Die Körper werden (auch wenn sie in die Höhe geworfen sind) von ihrer Basis, die selbst bewegt ist, mitgenommen, solange die Bewegung in Richtung und Geschwindigkeit als konstant betrachtet werden kann. Dies ist nun für ein fahrendes Schiff und für einen um die Erdachse rotierenden Punkt der Erdoberfläche in grober Weise zwar der Fall. Bei feinerer Betrachtung aber muß berücksichtigt werden, daß es sich um eine Rotationsbewegung und nicht um eine gleichförmigeradlinige Bewegung handelt. Soll der in die Höhe geworfene Körper oben in der Luft mit der Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Erdradius mitkommen, so müßte er in der größeren Höhenlage eine größere Geschwindigkeit annehmen. Das tut er nicht. Dies ist das Problem, welches Lionardo richtig löste.

365. 19, p. 209. — 36, II, p. 36.

366. Vgl. 36, II, p. 37, 38. — Dagegen scheint mir Wohlwill kein guter Kenner der reinen Mechanik zu sein. Hinsichtlich der Galileischen Ebbe-Flut-Theorie will er sich (59, p. 100) in Gegensatz zu Galilei und sonstigen Galileiforschern und anderen Fachwissenschaftlern setzen, indem er der Galileischen Theorie aus Gründen der reinen Mechanik auch die kleinste mögliche Bedeutung abspricht. Er hat hier einen extravaganten Begriff von der Zulänglichkeit relativer Standpunkte; er verwirft auch bei Beschleunigungen die Rückbeziehung auf einen Newtonschen absoluten Raum. Mit einem Wort, er versteht die Sache nicht und hat unrecht. Dies sei hier für seine Leser angemerkt, damit der Irrtum sich nicht durch weitere Darstellungen, die auf Wohlwill fußen könnten, forterbe.

367. Die Wohlwillischen historischen Studien (59) stützen sich auf den 8. Band der Edizione Nazionale der Werke Galileis, in welchem zum ersten Male Galileische Fragmente veröffentlicht werden, in denen sich einiges von dem Wege spiegelt, der ihn zur Entdeckung der Fallgesetze geführt hat. Nach Wohlwill ist es „vorzugsweise wahrscheinlich“

(p. 146), daß Galilei von dem Problem der Wurflinie die entscheidenden Anregungen für die Entdeckung der Fallgesetze erhalten habe. Galilei spricht über die Parabelform der Wurflinie in einem Briefe vom 11. September 1632 an Cesare Marsili (5, XIV., p. 386); er sucht dort fremde Ansprüche auf die Entdeckung der Parabelbahn zurückzuweisen und setzt den Anfang seiner Forschungen hierüber in einen Zeitpunkt von „vor mehr als 40 Jahren“. Hieraus schließt Wohlwill, daß die von der Betrachtung der Wurflinie ausgehenden Eindrücke und Anregungen darauf hingewirkt haben müssen, daß Galilei nach den auf die Erde zu gerichteten Bewegungskomponenten suchen mußte, indem die Idee einer Zusammengesetztheit der Parabelbewegung aus verschiedenen gerichteten Impulsen sich sozusagen von selbst aufdrängte (p. 146). Dabei wird von Wohlwill weiter angenommen, daß den Experimenten Galileis über die Fallgesetze Überlegungen vorausgegangen sind, denen gemäß ein bestimmtes Ergebnis erwartet wurde. Ferner behauptet er, „daß diese Überlegungen keinesfalls in theoretischer Spekulation . . . über die Natur der beschleunigten Bewegung im allgemeinen“ bestanden haben könnten, d. h. er stellt in Abrede, daß die von uns im Text sogleich näher auszuführenden Gedankengänge, obgleich sie sicherlich bei Galilei nicht fehlen durften, eine ursprüngliche Motivationskraft und einen Antrieb zur Forschung enthalten haben könnten. — Die nähere Verfolgung der geschichtlichen Entwicklung der übrigen Galileischen Dynamikforschungen enthält manches Interessante (bei Wohlwill), manches, das man bisher anders sich gedacht hatte und das doch nun, da es richtig festgestellt ist, sofort uns mit der Überzeugung seiner inneren Wahrheit durchdringt. So stellte z. B. Ernst Mach in seiner Mechanik (49, p. 130) das Gesetz der gleichen Fallzeiten in Kreissehnen, wenn eine Fall- oder Wurfbewegung vom obersten oder untersten Punkte eines senkrecht aufgestellten Kreises eingeleitet wird, als eine Folgerung aus den allgemeinen Fallgesetzen dar. Jetzt wissen wir aber, daß dies Sehnen-gesetz gefunden wurde, ehe noch die Fallgesetze entdeckt waren. Galilei schreibt 1602, daß er dies Gesetz habe beweisen können, „ohne die Grenzen der Statik zu überschreiten“ (Wohlwill, 59, p. 147). — Der geschichtliche Zusammenhang beruht darauf, daß Galilei von Anfang an den Pendelgesetzen nachtrachtete, und daß er analoge Erscheinungen zu den Pendelerscheinungen aufzusuchen oder zu konstruieren bemüht war. „Was für die Sehnen des Kreises auf mathematischem Wege nachgewiesen war, schien durch die Versuche mit schwingenden Pendeln für die Bogen verbürgt.“ (Wohlwill, 59, p. 149.) Man sieht Galilei eine ganze Reihe von teils mathematischen, teils experimentellen Anstrengungen machen, um an diesem Punkte vorwärtszudringen. Dies Bild ist äußerst fesselnd; obwohl der Angriffspunkt dieser Studien kein ganz glücklicher war, so zeigte doch Galilei die ganze Kraft seiner gesunden und ideenreichen methodischen Energie gerade in diesen Anstrengungen. Das seltsame Resultat aber ist, daß er gerade das nicht fand, was er suchte; er fand nämlich nicht das richtige Pendelgesetz und noch weniger dessen mathematische Ableitung. Statt dessen fand er inzwischen die Gesetze des Falles, deren Entdeckung natürlich durch alle diese Spezialstudien in verwandten dynamischen Problemenkreisen gefördert wurde. Daß dann außerdem gewisse sehr frühe Eindrücke von der wunderbaren Kurve, die die geworfenen Körper beschreiben, nachgewirkt haben mö-

gen, wird man Wohlwill (mit einiger Vorsicht, daß man diese Idee nicht übertreibe) ebenfalls zugestehen können.

368. Vgl. 36, II, p. 48.

369. Vgl. die vollendet deutliche Darstellung dieser Schwierigkeit bei Mach, p. 135. „Der gewöhnliche Begriff „Geschwindigkeit“, heißt es da, „hat also in diesem Falle keinen bestimmten Sinn.“

370. Siehe die „Mitteilungen z. Gesch. d. Medizin u. der Naturwiss.“, XIV, p. 181. — Nach 36, II, p. 48.

371. Daher hat Bergson nicht ganz unrecht, wenn er, in freilich etwas dunkler und mystischer Weise die Sache verhüllend und steigend, die Erfassung der freien Fallbewegung durch Galilei neben die Entdeckung der Infinitesimalrechnung durch Newton stellt und darin die beiden tiefsten und glücklichsten Großtaten der modernen Wissenschaft erblickt. Er erklärt diese Leistungen als Erfassungen des Lebendigbewegten und mithin Metaphysischen, durch Akte der Intuition, welche letztere allein die Tätigkeit des schematischen Verstandes, der sonst nur Totes sezirt, weit zu überholen vermag. — Ich fürchte nur, daß diese Sprache und Auffassung Bergsons mehr geistreich-eindrucksvoll als wirklich innerlich fördernd ist. — Wahr bleibt aber vielleicht, daß das Erleben des Infinitesimalen im Fallproblem die Quintessenz der ganzen geistigen Leistung und ihres weltgeschichtlichen Erfolges ist. Um der Wichtigkeit und Modernität dieses Gesichtspunktes willen habe ich im Texte diese Seite der Galileischen Leistung mit gebührender Ausführlichkeit behandelt.

372. Vgl. 36, II, p. 59.

373. Vgl. 44, II, p. 153.

374. Galilei sagt in der Figur des Salviati in den „Unterredungen und Demonstrationen“ (Discorsi 1638), III. Tag, Abschnitt „Über die natürlich beschleunigte Bewegung“: „Es scheint mir nicht günstig, jetzt zu untersuchen, welches die Ursache der Beschleunigung der natürlichen Bewegung sei, worüber von verschiedenen Philosophien verschiedene Meinungen vorgeführt worden sind: einige führen sie auf die Annäherung an das Zentrum zurück, andere darauf, daß immer weniger Teile des Körpers auseinandergehen wollen, wieder andere auf eine gewisse Vertreibung des umgebenden Mittels, welches hinter dem fallenden Körper sich wieder schließt und den Körper antreibt und von Stelle zu Stelle verjagt; alle diese Vorstellungen und noch andere müssen geprüft werden, und man wird wenig Gewinn haben. Für jetzt verlangt unser Autor nicht mehr, als daß wir einsehen, wie er uns einige Eigenschaften der beschleunigten Bewegung untersucht und erläutert (ohne Rücksicht auf die Ursache der letzteren), so daß die Momente seiner Geschwindigkeit vom Anfangszustande der Ruhe aus stets anwachsen jenem einfachsten Gesetze gemäß . . .“ (20, p. 15.)

375. 49, p. 132—133. Die Ableitung der Fallbeschleunigung aus der Anziehungskraft der Erde, welche von Zeitpunkt zu Zeitpunkt immer neue Antriebe erteilt, während die früheren ihre Wirkung beibehalten, ist zum ersten Male in entschiedener und deutlicher Weise von Gassendi in der Schrift *De motu impresso* gegeben worden. So hat es Wohlwill in seiner Schrift über das „Beharrungsgesetz“ behauptet. (Vgl. 44, II, 153.) Dabei hielt aber auch Gassendi die Erdanziehungskraft nicht für eine letzte Realität, sondern suchte sie durch eine Mechanik bloßer Druck- und Stoßwirkungen zu unterbauen.

376. Vgl. 49, p. 133, Zeile 8—16.

377. Vgl. 34, I, 399—401.

378. 49.

379. 49, p. 118—120.

380. 49, p. 148.

381. Diese Vorstellung hat auch Galilei in seinem astronomischen Dialog vorgetragen. Diese mechanische Phantasie wäre mathematisch-mechanisch falsch, wofern man sich alle Anziehungskraft der Erde in deren Mittelpunkt konzentriert vorstellen würde und dann, wie geziemend, mit einer Zunahme der Attraktion im Verhältnis der Annäherung des fallenden Körpers an das Erdzentrum rechnen müßte. Dann nämlich würde der im Erdkanal herabfallende Stein nicht um dieses Attraktionszentrum nach beiden Seiten hin in gleichen Ausschlägen pendeln. Denn, wenn die Gravitation, auf einen einzigen Punkt, das Erdzentrum, zusammengezogen gedacht wird, dann müßte der fallende Stein den Keplerschen Gesetzen gehorchen. Er würde also (in der Annäherung an den Grenzfall) mit einer rasenden Geschwindigkeit dicht um das Zentrum der Erde im engen halbkreisartigen Bogen herum-sausen und so zu seinem Ausgangspunkt zurückkehren, aber er würde sich nicht zur antipodischen Seite der Erdoberfläche hinbegeben. Dies letztere tut der den Kanal durchziehende Stein nur dann, wenn die gravitierende Erdmasse nicht im Zentrum vereinigt gedacht werden darf. Wenn man sich die Erdmasse nicht lediglich im Mittelpunkt konzentriert denkt, sondern annimmt, daß sie teils in der Kugelschale der Erdoberfläche, teils aber auch im Zentrum stecke, dann besteht das von Benedetti und Galilei ausgesprochene und von Dühring (37, p. 51) u. a. wiederholte Ergebnis zu Recht. Dann schwingt wirklich der durch den durchtunnelten Erdball fallende Körper von Oberfläche zu Oberfläche hin und her. — Die hier eingeführten Vorstellungen von einer Konzentration der Masse auf irgendwelche mathematischen Punkte oder Flächen dienen natürlich nur der Vereinfachung der Aufgabe für die mathematische Behandlung. Um deren Strenge allein — nicht um die astronomisch-geologischen Wirklichkeiten — handelt es sich.

382. 49, p. 147. Mach scheint sich hier auf die Forschungen P. Duhems zu stützen, dessen Werk: „De l'accélération produite par une force constante; notes pour servir à l'histoire de la dynamique“ (Congrès international de philosophie, Genève 1905) er zitiert.

383. 49, p. 117—118. — Ferner: 44, II, p. 20—22. — Laßwitz zitiert: Io. Baptistae Benedicti „Diversarum mathematicarum et physicarum liber“, Taurini 1885, besonders Abteilung IV daselbst.

Aus der vis impressa machte Benedetti ein Prinzip der Impetuosität. Mit Impetuosität wollte er einen fortwährenden inneren Antrieb bezeichnen, den der Körper auf den empfangenen ersten Anstoß hin in der darauf folgenden Zeit sich selbst erteile.

384. Nach 36, II, p. 52.

385. 49, p. 128—131. — 36, II, p. 53.

386. 49, p. 138.

387. 49, p. 131.

388. 36, II, p. 59 und p. 65. — E. Dühring ist anderer Meinung. Nach ihm hat Galilei bereits die Einsicht in das Prinzip vom Parallelogramm der Kräfte besessen. Vgl. 37, p. 39 und 40. Zur voll-

endeten Klarheit über dies Prinzip sei man allerdings erst 1687 gekommen, und zwar gleichzeitig durch Varignon und Newton (37, p. 113).

389. Vgl.: Walter Frost: *Naturphilosophie*, Leipzig, 1910, p. 72 bis 74 und p. 101—104. — Es wäre eine Phoronomie denkbar, in der es zwecklos wäre, von Kräften zu sprechen. In der Phoronomie unserer empirischen mechanischen Tatsachenwelt aber ist dies nicht zwecklos. Die Zentralisation der Anziehungserscheinungen und auch gewisse Bewegungsübertragungen, welche durch Seile und Stäbe und anderes der Art geschehen, legen es uns nahe, die Beschleunigungen der Phoronomie in besonderen Apperzeptionskreisen mit Hilfe des Kraftbegriffes zusammenzufassen. Das, was wir hiermit tun, kann entweder als ein vorläufiger Ausdruck für empirisch noch nicht tiefer aufklärbare Tatsachen aufgefaßt werden oder als eine bloß apperzeptive (gleichsam mathematisch elegantere) Verarbeitung eines metaphysisch und empirisch uns bereits endgültig gegebenen und abgeschlossenen Tatsachenkreises. — An die Konzeption des Kraftbegriffes schließt sich der sehr bedeutungsvolle Wechsel der statischen und der dynamischen Betrachtungsweisen in der späteren Entwicklung der Dynamik an.

390. 37, p. 23 und p. 25.

391. 37, p. 225. — 36, II, p. 65, 66.

392. Nach 49, p. 132 oben. Vgl. zum folgenden auch p. 133, p. 131. — Ferner E. Wohlwill: *Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes* (*Zeitschrift für Völkergeographie und Sprachwiss.*, Bd. 15, p. 348 ff., 1884). „Für seine (Galileis) Auffassung des Beharrungsgesetzes ist in dieser Vorstellung vor allem charakteristisch, daß er die einmalige Ablenkung des geradlinig bewegten Körpers in eine Kreisbahn als ausreichend hinstellt, um eine immerwährende Erhaltung der Bewegung in diesem Kreise zu bewirken.“ Diese Auffassung der Dialoge über die Kosmographie des Planetensystems ist später in den *Discorsi* wiederholt worden.

393. Machs Darstellung dieses geistigen Vorgangs in Galilei ist nicht ohne Widerspruch geblieben. Er selbst sagt in seiner *Mechanik* (49, p. 265), er habe einer Stelle des dritten Galileischen Dialogs „entnommen, auf welche Weise Galilei in bezug auf die Trägheit wahrscheinlich zur Klarheit gelangt ist“. Widersprochen haben ihm Wohlwill, Poske und Höfler. Dieser Widerspruch bezieht sich wohl nur darauf, daß aus dem Galileischen Texte nicht mit Sicherheit das herauszulesen ist, was Mach darin zu finden glaubte. Es würde sich dann also bei Mach nur mehr um eine psychologische Vermutung handeln, durch die er sich das Entstehen neuer Gedanken in einem Genie verständlich zu machen suchte. Gewisse Galileische Textstellen legten ihm diese Vermutung nahe.

394. 49, p. 144.

395. Siehe: Walter Frost, „*Naturphilosophie*“, p. 257—258.

396. Paul Volkmann: „*Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften*“, Leipzig 1910, 2. Aufl., p. 150 ff. — Ferner Paul Volkmann: „*Einführung in das Studium der theoretischen Physik*“, 2. Aufl., Leipzig 1913, p. 8—9, und 375—377. — 49, p. 145.

397. Nach Wohlwill ist die Verbindung dieser beiden Probleme eher in umgekehrter Richtung vor sich gegangen; das vertiefte Studium der Pendelbewegungen soll die Entdeckung der Fallgesetze und ihre Verifikation an der schiefen Ebene vorbereitet haben. Vgl. N. 367

dieser Anmerkungen. Eine sichere Entscheidung über diese Einzelfragen erscheint schwierig und ist wohl auch nicht sehr wichtig. — Zum folgenden im Text vergleiche 36, II, p. 54.

398. Ich drücke es in etwas freier, eigener Weise aus. — Vgl. 49, p. 48.

399. 49, p. 245 ff.

400. 49, p. 247. — 37, p. 35.

401. Nach 36, II, p. 252.

402. Telesio: De rerum natura II, 12, p. 611. — Nach 34, I, p. 315.

403. 34, I, p. 388 und p. 365—367. „Der Begriff der Materie bildet somit nicht mehr, wie bisher, den Gegensatz, sondern das Korrelat zum Begriff der gedanklichen Notwendigkeit.“ Vgl. Galilei: Discorsi I, 5, XIII, 7. — Kepler: 9, VI, p. 342.

404. 34, I, p. 394. — Zum folgenden: p. 395 und Galilei: 5, I, p. 229.

405. Galilei, 5, III, p. 462 ff. „Briefe über die Sonnenflecken.“ — Nach 34, I, p. 402—403.

406. 34, I, p. 401—402. Diesen Gegensatz von Funktionsbegriff und Substanzbegriff hält Cassirer sogar für wichtiger in bezug auf alle neuere Wissenschaft und Philosophie als den von Empirismus und Rationalismus. Vgl. I, p. 402. Wir haben daher der Erörterung dieses Gesichtspunktes einigen angemessenen Raum im Text gegönnt.

407. „ . . . als erster unter den Neuere“ behauptet Friedrich Oberwegs „Grundriß der Gesch. d. Philos.“, 12. Aufl., 1924, p. 65.

408. 5, IV, p. 333 ff. — 34, I, p. 392. — 44, II, p. 38 ff.

409. 34, I, p. 381—382.

410. Nach 34, I, p. 385—386. — 5, I, p. 224 ff. und VII, p. 156 ff.

411. Nach 34, I, p. 409. — 5, XIII, p. 229.

412. 5, XII, p. 513. — Für den ersten, indirekt wiedergegebenen Teil des Zitates vgl. 34, I, p. 406; für den letzten, direkt wiedergegebenen Teil vgl. E. F. Apelt „Theorie der Induktion“ (Leipzig 1854), p. 142. — Prantls Abhandlung „Galilei und Kepler als Logiker“ (1875) wird von Cassirer l. c. angeführt.

413. E. F. Apelt behauptet in seiner „Theorie der Induktion“ (1854), daß die charakteristischen Leistungen des Galilei nicht auf Induktion beruhen sollen, wohl aber die Keplers. Auch Newtons allgemeines Gesetz hält Apelt für induziert; denn es sei ein wirkliches Naturgesetz; Galileis Fallgesetze dagegen betrachtet Apelt als Fiktionen, die den Charakter von apriorischen Prinzipien haben. Es ist dies eine überaus schwierige Frage, über die die Meinungen sich teilen. Von einer echten Apriorität der Galileischen Fallgesetze im Hinblick auf das System der Natur kann wohl nicht ernstlich die Rede sein. Hier dürfte Apelt aus den Kantischen Anregungen allzu vorschnelle dogmatische Konstruktionen hergerichtet haben.

Apelt sagt weiter wörtlich: „Das Fallgesetz sowie das Gesetz der parabolischen Wurfbewegung sind progressiv (durch hypothetische Schlüsse) aus dem Grundsatz der Relativität aller Bewegung abgeleitet, die Gesetze Keplers dagegen sind regressiv, d. i. induktiv, erschlossen worden. Das, was Galilei suchte und fand, waren allerdings keine Lehrsätze einer abstrakten Wissenschaft, sondern Naturgesetze. Aber zwei von diesen (das Gesetz der Trägheit und das Gesetz der Relativität aller Bewegung) sind Grundsätze der mathematischen Naturphilosophie,

die durch Abstraktion aus der Erfahrung gefunden wurden; die beiden andern (das Fallgesetz und das Gesetz der parabolischen Wurfbewegung) wurden durch Demonstration aus jenen abgeleitet. Auch tragen diese beiden letztern einen anderen Charakter an sich als die Keplerschen Gesetze. Denn sie gehören streng genommen vielmehr zu unseren einfachsten mathematischen Reflexionen über die Natur der Bewegung als in die Klasse der eigentlichen Naturgesetze. In der Natur selbst findet nämlich keine konstante, sondern die im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernung veränderliche Beschleunigung statt. Also nicht das Galileische Fallgesetz, sondern das Newtonsche Gravitationsgesetz ist das wahre Naturgesetz. Ebenso bewegen sich wegen des Luftwiderstandes die geworfenen Körper nicht in Parabeln, sondern in ballistischen Kurven.“ (p. 142—143.)

414. Vgl. z. B. P. Natorp: „Galilei als Philosoph“ (Philosophische Monatshefte, Bd. XVIII, Heidelberg 1882). Es wird das rationale Element in Galileis Anschauungen hervorgehoben und gesagt: „... daß wir es wenigstens nicht mit einem Baconischen Empirismus zu tun haben.“ (p. 201.)

415. 37, p. 38.

416. Discorsi III, 5, XIII, p. 186. — Nach 34, I, p. 415.

417. Il saggiatore, 5, IV, p. 293. — Nach 34, I, p. 416.

418. 37, p. 18.

419. Zitat nach 34, I, p. 368. — Petri Rami Scholarum Mathematicarum libri XXXI, Frankfurt a. M. 1627, liber III, p. 98.

420. Nach 44, I, p. 239—240.

421. 44, II, p. 47.

422. Fonseca: Comment. in Metaph. Arist; Liber II, cap. 13, quaest. 6.

423. Nach 44, I, p. 186—201.

424. 44, I, etwa p. 370.

425. 44, I, p. 372.

426. Nach 44, I, p. 206.

427. Roger Bacon (1214—1294) rühmte sich, das hier vorliegende stereometrische Problem lösen zu können, seine Lösung war aber dem speziellen Gedankengange nach falsch. Immerhin gelangte er zu dem richtigen Endergebnis, daß es jedenfalls unmöglich sei, mit den fünf regulären Polyedern, die Plato für die fünf Elemente in Anspruch genommen hatte, den Raum lückenlos auszufüllen. Da ihm die Unmöglichkeit des Vakuums, wie allen Scholastikern, vollkommen feststand, so verwarf er die Platonische Polyederlehre. — Das Vakuum in der Scholastik behandelt Laßwitz p. 201—208.

428. Laßwitz I, p. 441—448.

429. Der mathematisch weniger geübte Leser wird dies nur verstehen, wenn er sich auf Grund der Angaben im Text eine Figur zeichnet, in der er das Abrollen bzw. fortgesetzte Umkanten eines regulären Sechsecks durchführt. Oder er nehme die Figur zu Hilfe, die er in der Darstellung bei Laßwitz II, p. 42 ff., findet.

430. Laßwitz beurteilt diesen Versuch Galileis so: Galilei habe das „Denkmittel der Variabilität“ (Laßwitzscher Ausdruck) mit größtem Erfolg im Fallproblem angewendet und es für die gesamte Wissenschaft erst entscheidend erschaffen. Er habe sich dann aber verleiten lassen, was er nicht hätte tun sollen, dasselbe Denkmittel auch auf das Raum-

element so anzuwenden, daß er dadurch zu Vorstellungen über die Materie gelangen zu können glaubte. Ich halte diese geistreichen Aufstellungen von Laßwitz in dieser Angelegenheit nicht für ganz durchsichtig und klar; es scheint mir in ihnen Wahres und Falsches vermischt zu sein. Meiner Meinung nach ist die Ansicht, daß die Materie kontinuierlich und flüssig und dabei zugleich ohne Substanzverlust dehnbar sein könnte, im Rahmen der sonstigen Gepflogenheiten der mathematischen Physik durchaus zulässig — als Hypothese —; jedoch die Stützung dieser physikalischen Hypothese auf die Galileischen Darlegungen am Rade des Aristoteles halte ich für nicht richtig. „Denkmittel der Variabilität“ ist übrigens kein gut gewähltes Wort, doch kann man verstehen, was Laßwitz mit ihm meint. Das „Denkmittel der Variabilität“ soll nämlich nach Laßwitz dem „Denkmittel der Substantialität“ zur Seite treten, und Laßwitz möchte es — gemäß seiner eigenen dogmatischen Grundüberzeugung — gern so herausbringen, daß die Physik zwar fließende Bewegungsübergänge, andererseits aber eine aus endlich ausgedehnten unveränderlichen Korpuskeln bestehende Materie nötig habe. (Vgl. 44, II, 51–52.) Die fließenden Bewegungsübergänge sollen mit Hilfe des neuen „Denkmittels der Variabilität“ erfaßt werden.

431. Laßwitz sucht Descartes gegen den Vorwurf der Gleichgültigkeit gegen andere mitstrebende Neuerer dadurch zu schützen, daß er meint, die Energie des allgemeinen philosophisch-deduzierenden Gedankenganges, durch den Descartes alle seine Ansichten aus ganz wenigen Prinzipien herleiten will, haben ihn dazu gebracht, die Entstehungsgeschichte der neuen Ansichten zu verdunkeln, sowohl in Hinsicht der erlebnisartigen Erkenntnisvorgänge in ihm selbst als auch im Hinblick auf die allgemeine wissenschaftliche Zeitgeschichte. (44, II, p. 55 bis 56.) — „Ut autem hujus scientiae fundamenta jaciám“, sagte Descartes von sich selbst im Hinblick auf die neue Mechanik (*Oeuvres inédites*, p. 18, nach 44, II, p. 107). — An Mersenne schrieb Descartes (*Descartes: Lettres*, Bd. II, Paris 1659, Brief 91, p. 397): „Was zunächst Galilei anbetrifft, so will ich Ihnen sagen, daß ich ihn niemals gesehen und auch keinen Verkehr mit ihm gehabt habe, und daß ich folglich nichts von ihm entlehnt haben kann und auch in seinen Büchern nichts sehe, um was ich ihn beneidete, und fast nichts, was ich als das meinige eingestehen möchte.“ — Übersetzung nach 37, p. 108.

432. 44, II, p. 108–109.

433. Descartes: *Oeuvres* VI, p. 76 und andere Stellen.

434. Descartes: *Oeuvres* VI, p. 76 und p. 216. — Auch noch andere Descartes'-Stellen hierzu findet man bei Laßwitz angegeben: II, p. 106.

435. Marie Luise Hoppe hat eine Dissertation unter dem Titel geschrieben: „Die Abhängigkeit der Wirbeltheorie des Descartes von William Gilberts Lehre vom Magnetismus“, Halle 1914. Gilbert hat auf alle bedeutenden Naturforscher seiner Zeit mit seinen Magnetismusforschungen einen großen Eindruck gemacht. Wir konstatierten diesen Einfluß schon bei der Darstellung der Keplerschen Anschauungen. Descartes wird außer über Kepler auch durch direkte Lektüre des Gilbert Einflüsse empfangen haben. Wenigstens erwähnt er die Arbeit des Engländers zweimal in seinen *Princ. Philos.* und spricht seine Bewun-

derung für sie aus. (Nach M. L. Hoppe, p. 8.) M. L. Hoppe setzt die astronomisch-physikalischen Hypothesen auseinander, in denen sich Gilbert versucht hat. Gilbert war Anhänger des Kopernikus. „Die Erkenntnis, daß die Erde ein Magnet sei, schloß für Gilbert sofort den Gedanken in sich, daß sie nicht nur kleinere Magnete beeinflusse, sondern selbst auch der Kraft eines größeren Magneten gehorchen müsse, in dessen Wirkungssphäre sie sich befindet.“ Die magnetischen Effluvia der Sonne sollen demgemäß von einem Pole derselben ausgehen und über die Äquatorialgegend der Sonne und des sie umgebenden Raumes hinweg zum andern Pol hinströmen: diesen kreisenden Strömen analog sollen sich Effluvia Kreise von der Erde aus bilden und soll sich die Erdachse fest im solaren System einstellen. Doch werden die planetarischen Bewegungen von Gilbert nicht lediglich magnetisch erklärt; auch die Lichtstrahlen sollen dabei eine Rolle spielen, indem sie die Planeten in beständiger Kreisbewegung um die Sonne herumführen. — Man sieht leicht ein, daß die Descartessche Gravitationstheorie von diesen Gilbertschen Lehren nur wenig abhängt, wohl nicht mehr, als daß in ihnen eine allgemeine Ermutigung zu astronomisch-physikalischen Spekulationen lag. — W. Gilberts: „Tractatus sive physiologia nova de magne magneticisque corporibus et magno magne tellure“ erschien in London 1600.

436. 58, Bd. II, p. 137.

437. 44, II, p. 73. — Descartes: Prinzipien IV.

438. Vgl. 44, II, p. 94 u. 102.

439. Descartes: Oeuvres X, p. 195—200. — 44, II, p. 97.

440. 44, II, p. 166. — 7, I, p. 536 a.

441. 44, II, p. 129. — 7, VI, p. 50 b und 52 b.

442. 36, II, p. 46.

443. 44, II, p. 138.

444. 44, II, p. 146, 148, 171.

445. 44, II, p. 182, 144.

446. 44, II, p. 176—177, p. 158. — Gassendi, Opera I, p. 342 a, b.

447. 44, II, p. 151, 165.

448. 44, II, p. 172—173, auch 157. — Man vergleiche hierzu die folgende Ausführung, in welcher Gassendi zunächst an die veraltete Unterscheidung von natürlicher und gewaltsamer Bewegung anknüpft, um dabei dann seine Theorie von der Erhaltung des Impetus vorzutragen. Diese Stelle ist der Schrift Gassendis „De motu impresso“ entnommen (l. c. 9); ich gebe die Übersetzung nach 54, Bd. I, p. 147 (7, III, p. 487 ff.): „Die Bewegung wird gewöhnlich eingeteilt in natürliche und gewaltsame. Unter natürlicher Bewegung wird am passendsten diejenige verstanden, welche freiwillig geschieht (sponte naturae) oder ohne allen Widerstand, unter gewaltsamer dagegen diejenige, welche gegen die Natur (praeter naturam) oder nicht ohne Widerstand vor sich geht. Indem aber alle Bewegung von den Atomen ausgeht und diesen die Bewegung angeschaffen ist, so hört die Bewegung auch nicht auf, wenn die konkreten Dinge zu ruhen scheinen . . . Es muß daher behauptet werden, daß der Impetus zur Bewegung immer derselbe bleibt, wie er im Anfange war, wenn auch die Bewegung selbst durch den Gegensatz und Widerstand aufgehoben und ausgeglichen wird . . . Die Bewegung ist daher auch nicht nur im allgemeinen natürlicher als die Ruhe, sondern jede Bewegung ist in ihrem Ursprunge eine

natürliche, insofern sie von den Atomen ausgeht, welche sich ihrer Natur gemäß bewegen. Daß einige Bewegungen gewaltsam sind, ist ein Sekundäres . . ."

449. Daß die Gassendische Lehre irgendwie ernstlich als eine Vorform der modernen kinetischen Theorie der Gase aufgefaßt werden könnte, bestreitet Laßwitz mit Recht (II, p. 174), obwohl Laßwitz den Gassendischen Beitrag zur entstehenden modernen Naturwissenschaft sonst ziemlich hoch einschätzt. Mit Recht hält es Laßwitz für den größten Mangel der Gassendischen Aufstellungen, daß fast überall die mathematische Bestimmung der Größen, der Größenverhältnisse und der funktionalen Abhängigkeiten oder Gesetze fehlt (p. 173). In dem Zusammenschluß mit der Mathematik, bzw. in dem Stroben danach, liegt aber das Entscheidende, was Galilei hatte und was Gassendi fehlt.

450. Nach 54, Bd. I, p. 151. — 44, II, p. 155.

451. Daß es Gassendi gelungen sei, durch die Zerstückelung der Zeit und der Bewegung den eleatischen Argumenten zu entrinnen, bestreitet Schaller. In der Natur des Raumes liegt „die spekulative Einheit, so drückt er sich aus, der Kontinuität und der Diskretion“; das gleiche gilt von der Zeit; ebendasselbe folglich auch von der Bewegung. Es helfe aber nichts, das hier gegebene Problem auf Gassendische Art überspringen zu wollen. „Denken wir uns den Raum atomistisch geteilt, im Sinne Gassendis, so hätte der sich bewegende Körper allerdings nicht unendlich viele Punkte zu durchlaufen, sondern nur eine bestimmte Menge von Raumteilen; allein, abgesehen davon, daß durch diese Vorstellung die wesentliche Kontinuität des Raumes und somit der Raum selbst aufgehoben würde, so kann der sich bewegende Körper offenbar auch über diese noch so kleinen Raumteile nicht hinaus, ohne sie zugleich einzuteilen; das Unteilbare müßte er überspringen, und zwar ohne sich zu bewegen, und käme so sicherlich nicht von der Stelle.“ — 54, I, p. 207—208.

452. Vgl. 44, II, 149—150, woselbst auf Gassendis Opera hingewiesen wird: I. Band, p. 300a; ferner auf: „Animadversiones in decimum librum Diogenis Laertii.“ 1649, I, p. 241. Man vergleiche auch die Darstellung des Problems, daß ein Körper die Bewegung überhaupt nicht anfangen könne, wenn er die vor ihm befindliche Materie hinter sich zurückdrücken müsse und keinen absolut leeren Raum dabei inzwischen zur Verfügung habe. Diese Bedenklichkeit des Gassendi erscheint uns als unsinnig, kann uns aber für Gassendi psychologisch verständlich werden, wenn wir uns ihn auch hier von seiner Zeitelements-Diskontinuitäts-Anschauung beherrscht denken. 44, II, p. 143.

453. Julius Schaller sagt (54, I, p. 203): Es „trennt sich damit sogleich die Körperlichkeit von der Quantität“; (die Körperlichkeit) „tritt als eine selbständige dem“ (rein-geometrischen) „Begriffe der Quantität nicht unterworfenen der abstrakten mathematischen Bestimmtheit gegenüber, bekommt ihre eigentümlichen, der Quantität geradezu widersprechenden Gesetze“.

454. 43, Bd. II, p. 227—228.

455. 37, p. 113.

456. Huyghens: De gravitate, p. 97. — Nach 44, II, p. 343.

457. Huyghens: De gravitate, p. 105. — 44, II, p. 344.

458. Huyghens: De gravitate, p. 9. — 44, II, p. 345. Die Darstel-

lung in 49, p. 157, unterliegt nicht mehr dem Mißverständnis, das Laßwitz zu rügen hatte.

459. Huyghens ist sich darüber klar, daß er ein größeres Gewicht im eigentlichen Sinne für die materiellen, sichtbaren und wägbaren Körper nicht annehmen kann als für den Äther; denn das Wesen des Gewichtes, des Druckes z. B. auf eine Unterlage, soll doch eben erst durch seine Atombewegungstheorie erklärt werden. Von solchem Gewicht ist aber die bloße Massenbeharrungskraft in der Bewegung (bzw. in der Ruhe) zu unterscheiden. Diese Unterscheidung wird auch in der heutigen Physik begrifflich im allgemeinen noch durchgeführt. Es handelt sich um zwei Begriffe, die freilich sehr nahe beieinander liegen, man könnte sie die Trägheitsschwere und die Gravitationsschwere nennen. Erst seit dem Aufkommen der Einsteinschen Relativitätstheorie scheint sich die Auffassung hiervon bei einigen Forschern zu ändern; vgl. z. B. Newcomb-Engelmann, „Populäre Astronomie“, 6. Aufl., p. 61.

460. Man bemerkt hier bei Huyghens beinahe ein leichtes Zurückstreben zu dem alten Vorurteil zugunsten der Kreisbewegung als natürlicher Bewegungsart. Laßwitz (44, II, p. 344—345) gibt die Ausführungen der Huyghensschen Schrift *De gravitate* (p. 97—98) in folgender Form, freilich nicht wörtlich wieder: „Abgesehen von jener Eigenschaft, welche man Schwere nennt, haben die Körper entweder eine geradlinige oder eine kreisförmige Bewegung.“ Wir gehen auf eine schärfere historisch-kritische Analyse dieses Details hier nicht ein.

461. Huyghens: *De gravitate*, p. 102—104. — 44, II, p. 347.

462. Leibniz: *Math. Schriften*, Ed. Gerhardt, B. II, p. 137, Brief vom 11. Juli 1692. — Laßwitz (44, II, p. 351), welcher hinzufügt, daß Leibnizens Ausdruck von der „harmonischen Zirkulation“, nach der die Geschwindigkeiten umgekehrt proportional den Radien sein sollen, dem Erklärungsbedürfnis des Huyghens offenbar nicht genügt habe.

463. Huyghens: *Additamentum*, p. 116 ff. — 44, II, p. 350.

464. Huyghens: *De lumine*, p. 11. — 44, II, p. 356.

465. 37, p. 155.

466. Durch die im Text gegebenen Ausführungen ergibt sich klar, daß der Descartessche Begriff eines Bewegungsquantums, das sich als Produkt von Masse und einfacher Geschwindigkeit darstellen lassen sollte, einen Irrtum enthält. Freilich, weshalb sollte man einen solchen Begriff nicht bilden dürfen? Streng genommen, enthält kein Begriff einen Irrtum, sondern nur ein Urteil kann einen Irrtum enthalten. Das Urteil, das sich hier aber an den Begriff des Bewegungsquantums anschließt, sagt aus, daß das Bewegungsquantum sich in irgendwelchen näher zu bestimmenden Zusammenhängen als konstant erweise. Nur im Hinblick auf ein solches synthetisches Urteil über die Erhaltung hat die Bildung dieses Begriffs des Bewegungsquantums ein Interesse. Was nun in dieser Hinsicht der Descartessche Begriff einerseits und der Huyghens-Leibnizsche Begriff andererseits bedeuten können, ist im Text von uns deutlich dargelegt worden. Es ist darnach klar, daß ganz wesentlich Huyghens und Leibniz recht haben und Descartes unrecht hat. — Vgl. 37, p. 226.

Leibniz schrieb eine Widerlegung des Descartes, die gewöhnlich abgekürzt zitiert wird als „*Brevis demonstratio*“, in den *Acta eruditorum* 1686, p. 163. — Dennoch hat d'Alembert 1743 das Ansehen des Des-

cartes in dieser Frage wiederherstellen wollen, indem er die allgemeine öffentliche Diskussion über diese Frage als metaphysisch erklärte und behauptete, sie laufe auf einen Wortstreit hinaus. — D'Alembert: *Traité de dynamique*, 1743, Vorrede, p. 21. — Leider hat sich Ernst Mach diesem Urteil des d'Alembert angeschlossen; Dannemann begnügt sich, es zu zitieren (II, p. 322). Ernst Mach spricht darüber gelegentlich in seiner *Mechanik* (49, p. 138—139). Sein flüchtiger Hinweis, den er dort gibt, genügt nicht. Denn es genügt nicht, irgendeine einfache Proportionalität festzustellen, die für mv besteht, sondern es käme darauf an, daß diejenige Variabilität der mechanischen Bedingungen ausgebreitet wird, innerhalb deren die Erhaltung der Bewegungsgröße mv als eine synthetisch neue Erkenntnis erscheint. Mach glaubt mit einer eleganten Bewegung die Streitfrage auf eine Relativität der Inbezugsetzung schieben zu dürfen. Er liebt es, die Dinge als relativ hinzustellen. Hier nun meint er, das Maß der „Wirkungsfähigkeit“ sei Descartisch zu nehmen, wenn man die Wirkungsfähigkeit in bezug zur Zeit setze; es sei Huyghens-Leibnizisch zu nehmen, wenn man es in bezug zum Raum setze. Wir können uns aber leicht überzeugen, daß die letztere Inbezugsetzung sehr reichen Gewinn bringt, während mit der ersteren fast gar nichts anzufangen ist.

467. In einem Briefe an Leibniz, siehe: Leibniz, *Mathemat. Schriften* II, p. 140, 141, Brief von Huyghens vom 11. Juli 1692. — Nach 44, II, p. 372. — Lagrange scheint vor allem auf Huyghens Verdienste um das Energiegesetz hingewiesen zu haben. Eugen Dühring sagt darüber, p. 116, 117: „Lagrange geht mit Recht so weit, das letztere Prinzip unmittelbar Huyghens als dem eigentlichen Urheber zuzuschreiben, ohne irgend daran Anstoß zu nehmen, daß die Namengebung und der Anschein einer neuen Hervorhebung als durchgreifendes Gesetz von späterem Datum sind.“ — In Wahrheit handelt es sich hier um schrittweise Annäherungen an die volle Erkenntnis. Wir glauben im Text die spezielle Stufe der Huyghensschen Einsicht hinreichend deutlich gemacht zu haben.

468. 44, II, p. 569—570.

469. Nach 44, II, p. 367.

470. 44, II, p. 373.

471. Im Hinblick auf die Lehren von den Zentralbewegungen und Zentrifugalkräften bei Huyghens urteilt Apelt (*Sternkunde*, p. 245): „Huyghens führt zuerst die Mechanik, die neue Schöpfung Galileis in die *Sternkunde* ein. Erst nach ihm konnte man den Sternenlauf als ein Problem der Mechanik betrachten und seine Theorie der Zentralkräfte wurde in der Tat für Newton die Brücke von den Gesetzen Keplers zu den Gesetzen Galileis.“

472. Dieser Ausspruch findet sich in D. Brewsters „*Life of Newton*“, p. 338. — Nach 36, II, p. 285, geben wir den Nachruf des Grabsteines in der Westminsterabtei in deutscher Übersetzung folgendermaßen hier wieder:

„Hier ruht

Sir Isaac Newton,

Der mit fast göttlicher Geisteskraft
Der Planeten Bewegung und Gestalten,

Die Bahnen der Kometen und die Gezeiten des Ozeans
Mit Hilfe seiner mathematischen Methode
Zuerst erklärte.

Er ist es, der die Verschiedenheiten der Lichtstrahlen
Sowie die daraus entspringenden Eigentümlichkeiten der Farben,
Die niemand vorher auch nur vermutete, erforscht hat.

Als der Natur, der Altertümer und der Heiligen Schrift
Fleißiger, scharfsinniger und getreuer Deuter,

Verherrlichte er die Majestät des allmächtigen Schöpfers in seiner
Philosophie.

Die vom Evangelium geforderte Einfachheit bewies er durch seinen Wandel.
Mögen die Sterblichen sich freuen, daß unter ihnen wallte
Eine solche Zierde des Menschengeschlechts."

473. Vgl. 36, II, p. 258 ff. — Zum folgenden: II, p. 264.

474. 36, III, p. 295. — Young: „On the theory of light and colours“, 1803, p. 12.

475. Vgl. Dannemann 36, II, p. 267 u. p. 372. Paul Volkmann weist in seinen „Grundzügen“, p. 67, darauf hin, daß die Newtonsche Emissionstheorie als Möglichkeit in den radioaktiven Erscheinungen eine Ehrenrettung gefunden hat. Nach den Erkenntnissen unserer Zeit gibt es wirklich, wenn auch auf einem anderen Gebiete als dem des Lichtes, mit ebenso enormen Geschwindigkeiten herausgeschleuderte materielle Teilchen, so daß man nicht mehr gut von einer inneren Unwahrscheinlichkeit einer Newtonschen Emissionsanschauung sprechen könne.

476. 37, p. 176.

477. Kopernikus: *Astronomia instaurata*, Buch I, cap. 9. — Nach 37, p. 178.

478. 37, p. 179—180.

479. Nach 36, II, p. 275.

480. Nach 49, p. 182.

481. Brief Newtons an Halley vom 16. Juli 1686. Er erzählt darin von seinen Bemühungen vor 20 Jahren. Der Brief ist abgedruckt bei Brewster: „Memoirs of the life of Newton“, Bd. I, p. 449. — 37, p. 182.

482. Im Scholion zu Satz IV, Corollar 6, Buch I der Prinzipien. — 37, p. 211.

Newton hat in einem späteren Briefe an Halley (vom 27. Juli 1686) noch auf eine andere Anregung hingewiesen, die er von Hooke erhalten habe und die einen mehr abseitigen, zufälligen Charakter gehabt zu haben scheint. Dieser Brief ist bei Brewster: „Memoirs of the life of Newton“ (London 1855), Bd. I, p. 452, abgedruckt. Newton sagt daselbst, daß die Hookesche Erörterung der Rotationsabweichung eines fallenden Körpers ihn bewogen habe, seine Aufmerksamkeit auf die Vorbedingungen der Entstehung einer elliptischen Bahn des Körpers zu richten. — 37, p. 210.

483. 36, II, p. 274. — 37, p. 184.

484. Bei Brewster: „Life of Newton“, London 1831, Deutsche Übersetzung von Goldberg, Leipzig 1833, S. 119 ff. (zitiert nach Paul Volkmann, *Theoret. Physik*, 2. Aufl., p. 303), heißt es: „Im Verfolg der Berechnung sah er, daß das von ihm zuvor erwartete Resultat herauszukommen schien, und er geriet in einen solchen Zustand von

Nervenreizbarkeit, daß er nicht imstande war, die Berechnung fortzusetzen. In diesem Geisteszustande vertraute er sich einem seiner Freunde, und er hatte das hohe Vergnügen, seine früheren Ansichten vollkommen begründet zu finden.“ — F. Rosenberger hat in seinem Buche „Isaak Newton und seine physikalischen Prinzipien. Ein Hauptstück aus der Entwicklungsgeschichte der modernen Physik“ (Leipzig 1895), die Mitteilungen Brewsters über die beiden Rechnungsversuche Newtons von 1666 und 1682 und über den neuen Anstoß, den Newton 1682 durch die Picardsche Gradmessung erhalten haben soll, für eine Legende erklärt. Ebenso hat Rosenberger die Brewstersche Erzählung, daß Newton 1665, als er einen Apfel vom Baum fallen sah, den ersten Einfall zu seiner allgemeinen Gravitationsidee gehabt habe, für Legende erklärt. In dieser Zurückhaltung und Bedenklichkeit sind ihm seitdem viele gefolgt. Paul Volkmann nimmt in seiner Theoretischen Physik in beiden Fällen für die Brewstersche Darstellung Partei. Es sei sehr leicht, sagt er, solche Erzählungen in Zweifel zu ziehen. „Nimmt man der Geschichte der Entdeckungen dieses subjektive persönliche Band, so erschwert man späteren Generationen das Nacherleben der Entdeckung und — was noch mehr zu befürchten ist — das psychologische Verständnis für Situationen, unter denen Entdeckungen überhaupt zustande kommen . . . Es wird auch zu berücksichtigen sein, daß Brewster, dem die Physik so viele schöne Entdeckungen verdankt, engere Beziehungen zur Psyche der physikalischen Forschung als Rosenberger hatte.“ (p. 304.)

485. 37, p. 196.

486. 29, S. 515. — 36, II, p. 276.

487. Hierauf weist auch Ernst Mach hin, 49, p. 181.

488. 37, p. 198.

489. 37, p. 199.

490. „Ist die Schwere aber nichts Lokales, nichts der Erde individuell Angehöriges, so hat sie auch nicht im Erdmittelpunkt allein ihren Sitz. Jedes noch so kleine Stück der Erde hat teil an derselben.“ So erläutert Ernst Mach diese sich für Newton ergebende Konsequenz. Siehe 49, p. 184.

491. Heinrich Wieleitner: „Geschichte der Mathematik, II. Teil, Von Cartesius bis zur Wende des 18. Jahrhunderts, 1. Hälfte Arithmetik, Algebra, Analysis“, Leipzig 1911, p. 134. Für das folgende u. a.: p. 128—129, p. 126.

492. Eugen Dühring sagt, 37, p. 207: „Galilei liebte die entwickelnde Methode als solche. Newton hat sein System mehr in starrer Form hingestellt und sich kaum in den Scholien gelegentlich zu einigen entwickelnden Wendungen herbeigelassen. Dies ist kein Vorteil für die Zugänglichkeit seines Werks. Es sind gleichsam Rückkonstruktionen des Ganges der Auffindung und Entwicklung nötig.“

493. Nach 36, II, p. 282.

494. Newtons Prinzipien III, 5. Abschnitt; zitiert nach 36, II, p. 282.

495. 13, III, p. 173, 4; 29, p. 511. — 44, II, p. 573—574.

496. Nach Laßwitz (44, p. 375—376); Letter III to Dr. Bentley, 25. Febr. 1692/3, 13, IV, p. 437—438: „It is inconceivable, that inanimate brute matter should, without the mediation of something else, which is not material, operate upon and affect other matter without mutual contact; as it must do, if gravitation, in the sense of Epicurus,

be essential and inherent in it. And this is one reason, why I desired, you would not ascribe innate gravity to me. That gravity should be innate, inherent and essential to matter, so that one body may act upon another at a distance through a vacuum, without the mediation of anything else, by and through which their action and force may be conveyed from one to another, is to me so great absurdity, that I believe no man, who has in philosophical matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it. Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but whether this agent be material or immaterial, I have left to the consideration of my readers."

497. Bentleys Works, London 1838, Vol. III, p. 164. — Nach 44. II, p. 577—578.

498. Nach dem Ausdruck in Oberwegs Grundriß, 12. Aufl., 1924, Bd. III, p. 372. — Höffding, „Geschichte der neueren Philosophie“, 2. Aufl., 1921, p. 414, sagt: „Er postuliert einen Raum an und für sich (eine Art locus sui), wie Descartes, Spinoza und Leibniz eine Ursache an sich (causa sui) postulieren.“

499. Optica; 13, IV, p. 258—259. — 44, II, p. 569—570.

500. Am 4. Febr. 1873 hat sich Prof. J. Clerk Maxwell in einem Vortrag in der Royal-Institution dahin ausgesprochen, daß Newton nicht eine actio in distans gelehrt habe, sondern daß Cotes allein für die Propagierung einer solchen Auffassung verantwortlich sei. Ähnlich hat E. du Bois-Reymond in dem Vortrag „Über die Grenzen des Naturerkennens“ Stellung genommen (1872). — Der Astronom Zöllner (1834—1882) hat aus Newton eine metaphysische-spiritualistische Auffassung der Gravitationsvorgänge herausgelesen. Darin ist sehr geneigt, ihm zu folgen Kurd Laßwitz in seiner „Geschichte der Atomistik“. Mewes wiederum nimmt gegen die Zöllnersche Auslegung Partei in der Einleitung zu seiner Übersetzung der Huyghenschen Abhandlung „Über die Ursache der Schwere“, Berlin 1893, p. IV. Ebenso entscheidet sich Isenkrabe in seinem Buche „Das Wesen der Schwerkraft“. — Ernst Mach sagt Newton einen „metaphysischen Hang für das Absolute“ nach (49, p. 227), nimmt aber doch für den „Takt des Naturforschers“ in Newton Partei. — Paul Volkmann verteidigt Newton auf dem Boden der strengen, reinen Naturwissenschaft gegen Machs allzu weitgehende positivistische Postulate.

501. Vorrede zur zweiten Auflage der Optik. — Nach 44. II, p. 562.

502. Über die historisch späteren Konsequenzen dieser Betrachtungsweise sagt Mach in seiner Mechanik, 49, p. 185: „Zuletzt wurde sogar der Widerstand der Körper gegen Druck und Stoß, also die Berührungswirkung durch die Fernwirkung der Teilchen erklärt. In der Tat wird die erstere wegen ihrer Diskontinuität durch eine kompliziertere Funktion dargestellt als die letztere.“

503. Nach Paul Volkmann, Grundzüge, p. 383.

504. In den Regulæ philosophandi, Op. III, p. 3 — nach 44. II, p. 558.

505. Wenn es Laßwitz für möglich hält, daß die Elastizität des Äthers nach Newtons Meinung vielleicht schon allein imstande sein können, die Phänomene der Gravitation der Materie hervorzubringen, so kann ich meinerseits eine solche Möglichkeit weder als sachlich noch (im Hinblick auf Newton) als psychologisch plausibel anerkennen.

506. Brief vom 28. Februar 1678/79; Opera IV, p. 394. — 44, II, p. 556.

507. Paul Volkmann sagt mit Recht, wie mir scheint, jedoch ohne eine Verteidigung in wirklich wichtiger Sache damit zu führen: „Es kann danach gar kein Zweifel sein, daß bei Newton das Wort *causa* kein Stichwort ist. Die Übersetzung von Wolfers gibt in dieser ... Hinsicht ein ganz falsches Bild; das Wort *Ursache* findet sich wiederholt gesperrt gedruckt ... So findet sich auch *Liber tertius* in der Übersetzung in Abschnitte geteilt und Abschnitt I z. B. überschrieben: ‚Von den Ursachen des Weltsystems.‘ Das Original gibt für alle diese Willkürlichkeiten nicht den geringsten Anhalt.“ (Grundzüge, p. 357.)

508. 37, p. 210 (3. Aufl.).

509. Erich Becher: „Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung“, Berlin 1915, p. 149—150.

510. Walter Frost: „Naturphilosophie“, Leipzig 1910, p. 89—119, besonders p. 104.

511. 49, p. 186. — 37, p. 138 ff. — Ernst Mach nennt (p. 91) auch noch Roberval (1668) und Lami (1687) als Mitentdecker des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte.

512. Vgl. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 348—349. — Hinsichtlich des Unterschiedes zwischen den soeben betrachteten erlaubten „Hypothesen“, zu denen z. B. auch Newtons Licht-Emissionstheorie gehören würde, und den „Naturgesetzen“, zu denen das Gravitationsgesetz gehören würde, ist Paul Volkmanns Interpretation nicht ganz deutlich, weil er zwei schwer vereinbare Motive hier miteinander kombiniert (p. 349—350). Von der Erörterung dieser Frage konnte Abstand genommen werden.

513. *Optica*, liber III, *quaestio* 31, zitiert nach 34, II, p. 403.

514. Freilich können wir uns hier nur auf den Wortlaut einer Übersetzung ins Deutsche stützen, die wohl schon eine freie Modelung der entscheidenden Termini enthält. Über die Quellen vgl.: 36, I, p. 318.

515. Dieser Gegensatz bildet den leitenden Gedanken des Ernst Cassirerschen Werkes: „Substanzbegriff und Funktionsbegriff“ (Berlin 1923, 2. Aufl.). Auch in dem dreibändigen Werke desselben Autors „Das Erkenntnisproblem“ (34) tritt er stark hervor.

516. Vgl. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 148—149. Zum folgenden vgl. auch ebenda, p. 364.

517. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 366.

518. 49, p. 217.

519. Ich zitiere nach der Wiedergabe bei Ernst Mach, 49, p. 220.

520. Hierzu zitiert Mach Newtons *Principia* (1687), p. 19, Corollar V: „*Corporum dato spatio inclusorum iidem sunt motus inter se, sive spatium ille*“ (illud?) „*quiescat, sive moveatur, idem uniformiter in directum absque motu circulari.*“ (49, 223.)

521. Besonders in bezug auf Berkeley ist dies sehr deutlich von Cassirer dargelegt worden: 34, II, p. 465—468.

522. Vgl. Paul Volkmann, „Grundzüge“, zum folgenden besonders p. 58—59.

523. 58, II, p. 279. — Vgl. auch hierzu Apelt: *Theorie der Induktion*, p. 155—157.

524. In der Wiedergabe ist teils die Übersetzung Ernst Machs, 49, p. 187—188, teils auch die Paul Volkmanns in den „Grundzügen“, p. 382,

383, benutzt worden. Vgl. auch Paul Volkmann: „Theor. Physik“, 2. Aufl., p. 383.

525. „Die Elemente, auf denen sich die Mechanik Newtons aufbaut, stehen an innerem Gehalt etwa mit denen der Geometrie Euklids auf einer Stufe; jedenfalls kann kein Zweifel sein, daß Euklids Elemente in der Darstellung Newton als Muster vorgeschwebt haben.“ (Paul Volkmann, Grundzüge, p. 348.) — Besser noch wäre das Werk Newtons angelegt, meint Paul Volkmann, wenn es mit den „Regulae philosophandi“ begonnen hätte. Nun aber befinden sich die Regulae philosophandi am Anfange des dritten Buches der „Prinzipien“. Der Grund dafür liegt vielleicht in dem zufälligen Umstände, daß die Regulae erst in der dritten Auflage (1726) in das Werk eingeschoben worden sind (Volkmann, Grundzüge, p. 349, Anm. 1), und dabei habe es Newton wohl vermeiden wollen, meint Paul Volkmann, die Gesamtanordnung des Textes, gegenüber den früheren Auflagen, auffällig zu verändern. (Paul Volkmann, p. 382.)

526. Definitio I: Quantitas materiae est mensura eiusdem orta ex illius densitate et magnitudine conjunctim.

Definitio II: Quantitas motus est mensura eiusdem orta ex velocitate et quantitate materiae conjunctim.

Definitio III: Materiae vis insita est potentia resistendi, qua corpus unumquodque, quantum in se est, perseverat in statu suo vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum.

Definitio IV: Vis impressa est actio in corpus exercita, ad mutandum eius statum vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum.

Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

Lex II: Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae et fieri secundum lineam rectam, qua vis illa imprimitur.

Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper aequales et in partes contrarias dirigi.

527. Siehe Paul Volkmann, Grundzüge, p. 362; zum folgenden auch ebenda, p. 370—371.

528. 49, p. 210—211.

529. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 360. Ebenda siehe auch p. 141.

530. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 138—139. — Dagegen 49, p. 211—212.

531. Bernhard Bavink: Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft, 2. Aufl., Leipzig 1921, p. 58; p. 61.

532. Die soeben in Text gebrachten Zitate aus Eugen Dühring findet man in seiner Mechanik, 37, p. 202 und 211. — Über Newtons Axiomatik sagt Dühring (p. 204): „Trotz der sonst durchdachten systematischen Haltung der Newtonschen Präliminarien mit ihrer Einschränkung auf drei eigentliche Bewegungsaxiome fehlt dennoch viel an einer streng logischen Verfassung der ersten Elemente . . .“ Auch meint er, daß man den Gehalt an Prinzipien bei Newton nicht allein in den Definitionen und Axiomen zu suchen habe. Er weist auf das Lemma X des I. Buches hin, in welchem gesagt wird, daß eine Kraft, auch wenn sie nicht konstant ist, d. h. hier: auch wenn etwa die Schwerkraft der Materie allgemein im Wachsen oder in rhythmischen Ände-

rungen begriffen wäre, „im Anfange Räume hervorbringt, die den Zeiten quadratisch proportional sind“. Über den genaueren Sinn dieses abstrakt mechanischen Sonderproblems vgl. 37, p. 191—195, ferner p. 211.

533. 49, p. 193.

534. Paul Volkmann, Grundzüge, p. 143.

535. Vgl. auch Paul Volkmann, Grundzüge, p. 408—409.

536. Vgl. zu diesen Fragen Paul Volkmann, Grundzüge, p. 379, und Paul Volkmann, Theoret. Physik, 2. Aufl., p. 94. — Es scheint mir, als habe Volkmann den Begriff des „Arguments der Induktion“, der in der vierten Regula philosophandi so markant hervortritt, etwas anders verstanden, als er bei Newton gemeint war. Bei Volkmann sieht es so aus, als müsse eine abstraktere Axiomatik vorhanden sein, damit verschiedene Möglichkeiten konkreter und spezieller Ausgestaltung der Mechanik vergleichbar würden und eine induktive Entscheidung über ihre Werte getroffen werden kann. Bei Newton aber scheint mir das „Argument der Induktion“ so viel zu heißen, wie daß eine redliche Induktion von allen prinzipiellen Vorfragen unabhängig ihre Geltung beanspruchen und behalten könne. Im „induktiven“ Verfahren liegt ein „Argument“, d. h. ein Beweisgrund für die Richtigkeit des Gewonnenen. Das will Newton sagen. Gerade eine Absage an höhere Allgemeinheiten ist hier der Zweck. — Indessen, sachlich genommen, sind natürlich Paul Volkmanns Idee und diese Newtonsche Härte in seiner Verteidigungsstellung nicht unvereinbar.

1923 erschien

HANDBUCH DER VERGLEICHENDEN PSYCHOLOGIE

Unter Mitarbeit von R. Allers (Wien), A. Fischer (München),
Fr. Giese (Halle), M. H. Göring (Gießen), H. W. Gruhle (Heidel-
berg), H. Gutzmann (Berlin), O. Lipmann (Berlin), R. Müller-
Freienfels (Berlin), G. Runze (Berlin), S. de Sanctis (Rom),
R. Thurnwald (Halle)

Herausgegeben von
GUSTAV KAFKA, MÜNCHEN

3 Bände mit 24 Tafeln und vielen Abbildungen im Text,
brosh. M. 36.-, in Halbmole skin mit Ecken gebd. M. 45.-

Jeder Band und jede Abteilung ist auch einzeln käuflich. In den Sonder-
ausgaben der einzelnen Abteilungen enthält jeweils die erste Abteilung
das paginierte Inhaltsverzeichnis, die letzte Abteilung das Sachregister des
dazugehörigen Bandes

BAND I: DIE ENTWICKLUNGSSTUFEN DES SEELENLEBENS
mit 12 Tafeln und Abbildungen im Text, brosh. M. 12.-, gebd. M. 15.-

- Abt. 1: Tierpsychologie von G. Kafka brosh. M. 4.-
Abt. 2: Psychologie des primitiv. Menschen v. R. Thurnwald brosh. M. 4.50
Abt. 3: Kinderpsychologie von F. Giese brosh. M. 4.50

BAND II: DIE FUNKTIONEN DES NORMALEN SEELENLEBENS
mit 6 Tafeln und Abbildungen im Text, brosh. M. 12.-, gebd. M. 15.-

- Abt. 1: Psychologie der Sprache von H. Gutzmann brosh. M. 2.-
Abt. 2: Psychologie der Religion von G. Runze brosh. M. 2.-
Abt. 3: Psychologie der Künste von R. Müller-Freienfels brosh. M. 4.-
Abt. 4: Psychologie der Gesellschaft von A. Fischer brosh. M. 3.-
Abt. 5: Psychologie der Berufe von O. Lipmann brosh. M. 2.-

BAND III: DIE FUNKTIONEN DES ABNORMEN SEELENLEBENS
mit 2 Tafeln und Abbildungen im Text, brosh. M. 12.-, gebd. M. 15.-

- Abt. 1: Psychologie des Abnormen von H. W. Gruhle brosh. M. 4.50
Abt. 2: Kriminalpsychologie von M. H. Göring brosh. M. 2.-
Abt. 3: Psychologie des Traumes von S. de Sanctis brosh. M. 2.50
Abt. 4: Psychologie des Geschlechtslebens von R. Allers brosh. M. 4.50

Wie kein lebender Psychologe imstande gewesen wäre, dieses monumentale Werk zu
verfassen, so dürfte auch keiner in der Lage sein, es nach allen seinen Teilen als wirk-
licher Sachverständiger zu beurteilen, indessen bürgen die Namen der Verfasser schon
durchweg für Arbeiten, die den heutigen Stand der Forschung entsprechen, wohl auch
da und dort Neues bieten. Abbildungen unterstützen mehrfach die Darstellung. Die
Ausstattung ist eine geradezu vorbildliche. Für jede wissenschaftliche Bibliothek und
jeden Psychologen dürfte es unentbehrlich sein, aber nach Inhalt und Art der Dar-
stellung verdient es auch in den Kreisen der Gebildeten weite Verbreitung.

„Zeitschrift für Psychologie“, 1923.

GESCHICHTE DER PHILOSOPHIE IN EINZELDARSTELLUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON GUSTAV KAFKA

Die mit einem Stern versehenen Bände sind bis zum Frühjahr 1926 erschienen, die weiteren Bände werden in rascher Folge erscheinen.

Die Goldmarkpreise der weiteren Bändchen werden je nach dem Umfang sich zwischen M. 3.— und M. 5.— bewegen.

Ein Einheitspreis ließ sich leider nicht aufrechterhalten. — Jeder Band enthält eine Bildbeigabe.

- *1. DAS WELTBILD DER PRIMITIVEN. Eine Untersuchung der Urformen weltanschaulichen Denkens bei Naturvölkern. Prof. Dr. F. Gräbner, Bonn. (171 S.) M. 3.—, gebd. M. 3.50
- *2. INDISCHE PHILOSOPHIE: Prof. Dr. O. Strauß, Kiel. (288 S.) M. 4.—, Lwd. 5.50
- 3. PHILOSOPHIE DES JUDENTUMS: Prof. Dr. H. Redisch.
- *4. DIE PHILOSOPHIE DES ISLAM in ihren Beziehungen zu den philosophischen Weltanschauungen des westlichen Orients: Prof. Dr. Max Horten, Bonn. 8^o. (385 S.) 1924. M. 4.50, gebd. M. 5.50
- 5. CHINESISCHE PHILOSOPHIE: Prof. Dr. H. Hackmann, Amsterdam.
- *6. DIE VORSOKRATIKER: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden. 8^o. (164 S.) 1921. M. 3.—, gebd. M. 3.50
- *7. SOKRATES, PLATON U. DER SOKRATISCHE KREIS: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden. 8^o. (160 S.) 1921. M. 3.—, gebd. M. 3.50
- *8. ARISTOTELES: Prof. Dr. Gustav Kafka, Dresden. 8^o. (204 S.) 1922. M. 3.—, gebd. M. 3.50
- 9. DER AUSKLANG DER ANTIKEN PHILOSOPHIE und das Erwachen einer neuen Zeit: Prof. Dr. Gustav Kafka und Prof. Dr. Hans Eibl.
- *10. 11. AUGUSTIN UND DIE PATRISTIK: Prof. Dr. Hans Eibl, Wien. 8^o. (462 S.) 1923. M. 5.50, gebd. M. 7.—
- 12. 13. THOMAS VON AQUIN UND DIE SCHOLASTIK: Prof. Dr. Paul Simon, Tübingen.
- *14. DIE PHILOSOPHISCHE MYSTIK des Mittelalters, von ihren antiken Ursprüngen bis zur Renaissance: Dr. Joseph Bernhart. 8^o. (292 S.) 1922. M. 4.—, gebd. M. 5.—
- *15. DIE PHILOSOPHIE DER RENAISSANCE: Priv.-Doz. Dr. Aug. Riekel, Braunschweig. (208 S.) M. 4.—, Lwd. M. 5.50

VERLAG VON ERNST REINHARDT / MÜNCHEN

- *16. 17. DESCARTES und die Fortbildung der Kartesianischen Lehre: Prof. Dr. Freiherr Cay von Brockdorff, Kiel. 8°. (228 S.) 1923. M. 3.50, gebd. M. 4.—
- *18. SPINOZA: Prof. Dr. Bernhard Alexander, Budapest. 8°. (180 S.) 1923. M. 3.—, gebd. M. 3.50
19. LEIBNIZ: Priv.-Doz. Dr. Mahnke, Greifswald.
- *20. BACON und die Naturphilosophie: Prof. Dr. Walter Frost, Riga. M. 10.—, Leinen M. 12.—.
- *21. HOBBS und die Staatsphilosophie: Prof. Dr. Richard Höningwald, Breslau. (210 S.) 1924. M. 3.—, gebd. M. 3.50
- *22. 23. LOCKE, BERKELEY, HUME: Prof. Dr. Rob. Reininger, Wien. 8°. (213 S.) 1922. M. 3.50, gebd. M. 4.—
- *24. DIE ENGLISCHE AUFKLÄRUNGSPHILOSOPHIE: Prof. Dr. Freiherr Cay von Brockdorff, Kiel. (184 S.) M. 3.50, gebd. M. 4.—
- *25. DIE FRANZÖSISCHE AUFKLÄRUNGSPHILOSOPHIE: Priv.-Doz. Dr. O. Ewald, Wien. (168 S.) 1924. Brosch. M. 3.—, gebd. M. 3.50
- *26. DIE DEUTSCHE AUFKLÄRUNGSPHILOSOPHIE: Prof. Dr. Frh. Cay v. Brockdorff. Brosch. M. 3.50, Lwd. M. 5.—
- *27. 28. KANT, seine Anhänger und seine Gegner: Prof. Dr. R. Reininger. 8°. (313 S.) 1923. M. 4.—, gebd. M. 5.—
- *29. FICHTE: Prof. Dr. Heinz Heimsoeth, Königsberg. 8°. (224 S.) 1923. M. 3.50, gebd. M. 4.—
30. 31. SCHELLING und die romantische Schule: Dr. H. Knittermeyer, Bremen.
32. 33. HEGEL und die Hegelsche Schule: Prof. Dr. W. Moog, Braunschweig.
- *34. SCHOPENHAUER: Prof. Dr. Heinr. Hasse, Frankfurt a. M. (512 S.) Brosch. M. 9.—, Lwd. M. 11.—
- *35. HERBART und seine Schule: Prof. Dr. G. Weiß, Jena. (Im Druck.)
- *36. FECHNER UND LOTZE: Prof. Dr. Max Wentscher, Bonn. (208 S.) M. 4.—, Lwd. M. 5.50
- *37. NIETZSCHE: August Vetter. (336 S.) Brosch. M. 6.—, Lwd. M. 7.50
38. DER MATERIALISMUS des 19. Jahrhunderts: Prof. Dr. Aug. Gallinger, München.
39. COMTE und der Positivismus: Prof. Dr. Max Schinz, Zürich.
40. MILL und der Empirismus; Prof. Dr. Bernhard Alexander, Budapest.

DAS PROBLEM DER GÜLTIGKEIT IN DER
PHILOSOPHIE DAVID HUMES

Ein kritischer Beitrag zur Geschichte der Erkenntnistheorie

von

Heinrich Hasse

Professor an der Universität Frankfurt a. Main.

194 Seiten. Preis brosch. M. 3.—, gebunden M. 4.—.

„Frankfurter Zeitung“ vom 18. Juni 1920: David Humes Philosophie wird hier zum ersten Male als systematisches Ganzes (nicht wie es gewöhnlich geschieht als Vorläuferin Kants) betrachtet und einer immanenten Kritik unterworfen. Dem Verfasser kommt darin eine besondere Gabe zu statten, die darin besteht, sich in den Gedankengang eines Philosophen liebevoll zu vertiefen, allen Verzweigungen seines Denkens zu folgen und gerecht zu werden, die dem Philosophen selbst unbewußten Voraussetzungen seines Denkens ans Tageslicht zu ziehen und sie aus den eigenen Voraussetzungen des Philosophen einer kritischen Prüfung zu unterziehen. In dieser Eigenschaft kann die Arbeit als vorbildlich bezeichnet werden und kann besonders den Studierenden aufs wärmste empfohlen werden.

Von Professor W. Frost erschien ferner:

ECHT UND UNECHT

Betrachtungen über das Denken und den Charakter

von

Walter Frost

VIII und 184 S. Preis brosch. M. 2.—, Halbleinen M. 3.—

Frost ist kein Vielschreiber, aber ein feiner philosophischer Denker, der auch in der vorliegenden Schrift eigene Wege geht. Es hat für den beschaulichen Leser einen eigenen Reiz, an der Hand des Problems, das diese Worte „echt und unecht“ aufgeben, den Betrachtungen des Verfassers über das Denken und den Charakter zu folgen, um schließlich zu merken, daß mit dem Echtsein eine bestimmte Gesinnungsqualität bezeichnet wird, die für die Beurteilung des Menschen und seines Handelns eine hohe Bedeutung hat und der näher nachzudenken sich lohnt. Der Geisteskampf der Gegenwart 1923

Die Methode ist eine gesunde Phänomenologie, der Ton ist warm und das Ganze eine begrüßenswerte klare Schrift. Gießener Anzeiger 1924

In verblüffend knapper und doch klarer, dabei fesselnder Sprache sucht der Verfasser die Begriffe *Echt* und *Unecht* zu klären. Dann führt er uns mit Sicherheit durch die Geschichte des Echtheitsuchen von Sokrates bis Nietzsche, um unseren Blick für das „echte Gute“ zu schärfen. . . . Durch die vorbildliche Anlage ist das Werk nicht nur für den geschulten Philosophen, sondern auch für jeden, dem es um eigenes und fremdes Vorwärtstreben Ernst ist, ein hoher Gewinn. Literarischer Handweiser 1924

