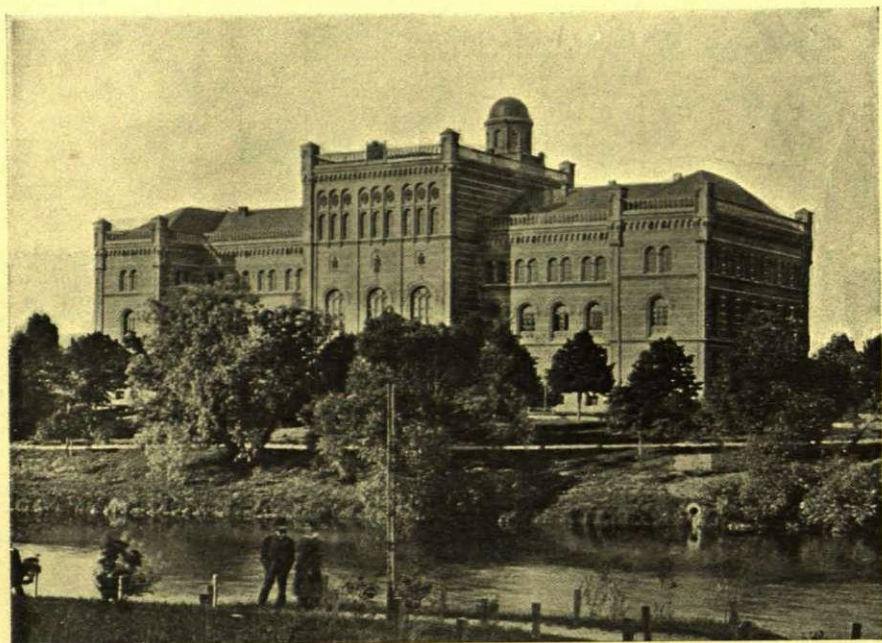


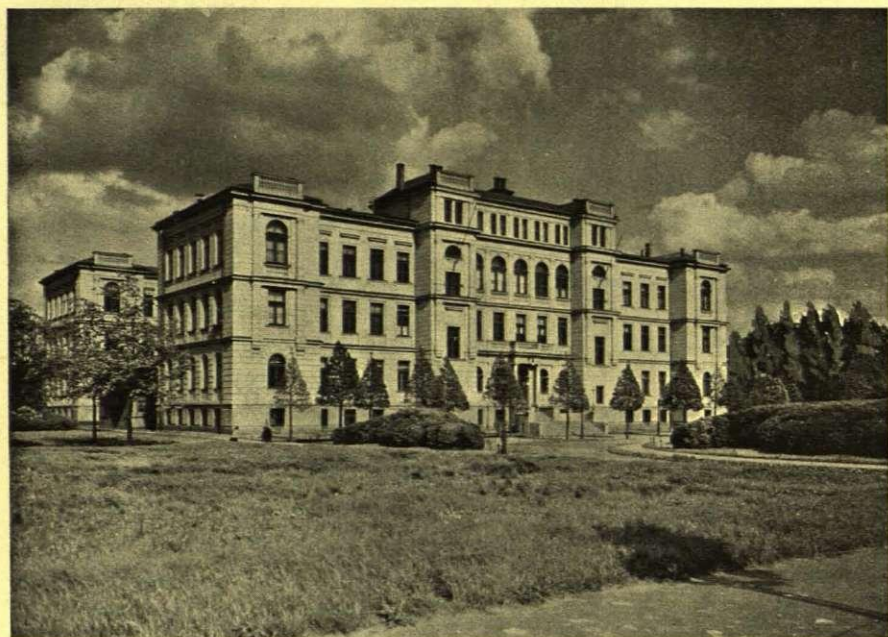
FESTSCHRIFT
ZUM
FÜNFZIGJÄHRIGEN JUBILÄUM
DES
RIGASCHEN POLYTECHNISCHEN
INSTITUTS

1862-1912

RIGA,
DRUCK VON W. F. HÄCKER
1912.



Главн-Гebäude des Instituts am Chronfolger-Boulevard.



Gebäude des Instituts am Puschkin-Boulevard.

Inhaltsverzeichnis.

1. Abteilung.

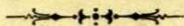
	Seite.
F. Bucholtz — Historisch-statistische Daten über das Polytechnische Institut von 1862—1912	I
I. Die wichtigsten Momente im Bestehen der Hochschule	V
II. Personalien	XI
III. Frequenz der Studierenden	XXXV
IV. Die Absolventen	XXXVII

2. Abteilung.

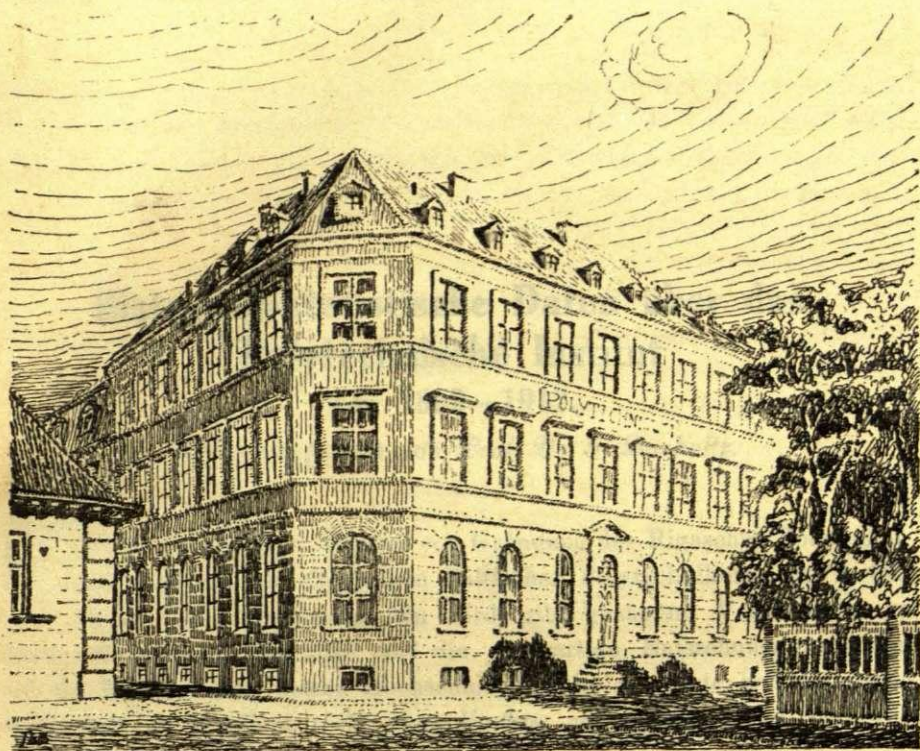
Wissenschaftliche Arbeiten:

	Seite.
Moderne Denkmalpflege, H. Pirang	1
По одному вопросу о городскихъ триангуляціяхъ, В. Э. Эрнфейхтъ	13
Zur Frage der Triangulation von Städten, V. Ehrenfeucht.	
Mitteilungen aus dem mechanisch-technologischen Laboratorium, P. v. Denffer	19
Der Saugheber, N. Schiemann	35
Къ вопросу о влияніи охлажденія сѣти трубопроводовъ въ системахъ водяного отопленія на избыточное давленіе, К. В. Гейнцъ	57
Zur Frage des Einflusses der Abkühlung des Rohrnetzes auf die disponible Druckhöhe bei Warmwasserheizungen, K. Heintz.	
Kurze Entwicklungsgeschichte des chemischen Laboratoriums am Rigaschen Polytechnikum, P. Walden	65
Über Staubstrahlen im Vakuum, H. Pflaum	79
Über die Umkehrung optischer Antipoden durch organische Basen, O. Lutz	83
Eine genetische Entwicklung der Lösungstheorien, A. v. Antropoff	89
Eine neue tetrimetrische Bestimmung der Nitrite und eine neue Trennung der salpetrigen und der Salpetersäure, W. Fischer und N. Steinbach	95

	Seite.
Über die Empfindlichkeit der Bleireaktionen, E. Eegriwe	103
Theorie und Praxis, C. Blacher	111
Über einige Versuche zur Herstellung von „Halbsuperphosphaten“ aus Kineshma-Phosphoriten, M. Glasenapp	123
Skizze zu einem kontinuierlichen Verfahren für eine Massen- fabrikation von Stahl im Siemens-Martin-Ofen, E. Britzke	137
Die landwirtschaftliche Abteilung, speziell die Lehr- und Versuchsfarm Peterhof, am Rigaschen Polytechnikum, W. v. Knieriem	141
Wildfarbe und Domestikationsfärbung, P. Stegmann	155
Die Brache, ihre Bearbeitung und die Vorgänge im Boden während der Brache, W. Bursian	163
Новая форма обложения, Е. ф.-Бергманъ	181
<small>Eine neue Besteuerungsform (Wertzuwachssteuer), E. v. Bergmann.</small>	
Über Wesen und Ursprung der sogenannten Stammes- und Ortsgewerbe bei primitiven Völkern, F. Haensell	203
Положительные народные типы въ раннихъ произведеніяхъ Л. Н. Толстого и образъ Каратаева, В. Якубовскій	223
<small>Positive Volkstypen in den ersten Werken von Leo Tolstoi und die Gestalt des Kara- tajew, W. Jakubowski.</small>	



18	Die Frage der Tinkturen im Harnstoff-Verfahren
19	Mitteilungen aus dem mechanisch-technologischen Laboratorium E. v. Dentler
35	Der saure Aether N-Schmelze
47	Die Wirkung von Kaliumoxaldehyd auf die Hydrolyse von Esteren
57	R. R. Fehling
65	Die Frage der Einwirkung der Alkohole auf die diastolische Phosphatase
70	Kurze Entwicklungsgeschichte des chemischen Laboratoriums am Rigaschen Polytechnikum, T. Walden
83	Über Substanzen im Vakuum, H. P. Blum
83	Über die Umkehrung optischer Äquivalen durch organische Basen, O. Lutz
83	Eine chemische Entwicklung der Kautschukarten, A. v. A. G. Hoff
85	Die neue chemische Bestimmung der Nitrate und eine neue Bestimmung der Nitrate und der Nitrate, W. Fischer und K. Steinhilber



*Haus Kaull, in dessen Räumen sich die Polytechnische
Schule von 1862—1869 befand.*

I. Abteilung.

Historisch-statistische Daten.

Historisch-statistische Daten über das Polytechnische Institut

von 1862—1912.

Zusammengestellt von *Prof. Dr. F. Bucholtz.*

Ein halbes Jahrhundert, welches seit Gründung des Rigaschen Polytechnischen Instituts, des ehemaligen Baltischen Polytechnikums, am 2. Oktober dieses Jahres verflossen sein wird, gibt genügend Veranlassung zu einem historischen Rückblick auf die eigenartige Entstehungsweise und auf die Entwicklung dieser Hochschule, welche als erste polytechnische Hochschule in Russland nicht ohne Einfluss auf Industrie und Gewerbe des Reiches geblieben ist.

Allerdings sind 50 Jahre im Leben einer Hochschule nicht zu vergleichen mit demselben Zeitabschnitt eines Menschenlebens. Während nach 50 Lebensjahren eines Menschen sein Charakter, seine Tätigkeit und seine Erfolge vollständig bestimmt hervorgetreten sind und mehr oder weniger objektiv bewertet werden können, so steht eine Hochschule mit 50 Jahren erst in ihrer Sturm- und Drangperiode, deren objektive Beurteilung erst der Zukunft überlassen werden muss. Aus diesem Grunde ist der anfänglich verlaubliche Wunsch, bei Gelegenheit des bevorstehenden Jubiläums eine ausführliche Geschichte des Polytechnikums bis auf den heutigen Tag zu schreiben, fallen gelassen worden. Hierzu kommt noch der glückliche Umstand, dass diejenige Periode, welche der Nachwelt am schwersten verständlich sein dürfte, nämlich die Gründungsgeschichte und erste Entwicklung der durch private Initiative geschaffenen Hochschule, in vortrefflicher Weise durch die Feder ihres früheren Direktors (Kieseritzky bei Gelegenheit des 25jährigen Jubiläums im Jahre 1887 festgelegt worden ist¹⁾.

Zwar waren auch die folgenden fünf Lustren für die Hochschule keineswegs eine Periode der ruhigen Weiterentwicklung und Entfaltung. Die Russifizierung des Baltischen Polytechnikums im Jahre 1895 und 1896, die hierdurch notwendig gewordenen Programm- und Personalveränderungen und die angestrebte Gleichstellung unserer alma mater mit den anderen

¹⁾ Kieseritzky, G., Festschrift der Polytechnischen Schule zu Riga zur Feier ihres 25jährigen Bestehens. S. 1—137. Riga 1887.

technischen Hochschulen des Reiches in bezug auf Rechte und Pflichten gaben genugsam Veranlassung zu vielen einschneidenden Veränderungen in der Organisation unseres Polytechnikums. Es galt zuerst sich an diese Neuerungen zu gewöhnen und sie mit den überlieferten Traditionen des Baltischen Polytechnikums zu verschmelzen, um im neuen Gewande des Rigaschen Polytechnischen Instituts ein harmonisches Ganzes zu schaffen. Diese grosse Entwicklungsarbeit fällt hauptsächlich in die 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts und haben Verwaltungsrat, sowie Lehrkörper hierbei keine harte Arbeit gescheut, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Jedoch kaum war die schwere Übergangsperiode der 90er Jahre überstanden und ein ruhiges Fahrwasser erreicht worden, als Ereignisse ganz anderer Art der gesunden Weiterentwicklung des Instituts Gefahr brachten. Die politischen Ereignisse und die staatlichen Veränderungen der ersten 10 Jahre unseres Jahrhunderts konnten natürlich nicht ohne Einfluss auf das Leben des Instituts bleiben, und obgleich es unserem Institut vielleicht mehr als anderen Hochschulen des Reiches gelungen war, die Lehr- und Lernfreiheit im akademischen Sinne vor Anfeindungen zu bewahren, so liessen die hochgehenden Wogen des jugendlichen Eifers unserer Studierenden ein ruhiges, lückenloses Weiterarbeiten nicht zu. Auch unser Polytechnikum war genötigt, den Unterricht auf kürzere oder längere Zeit zeitweilig auszusetzen, kehrte aber verhältnismässig rasch zu seinem normalen Studiengang wieder zurück. Eine lebendige Schilderung dieser für die Geschichte des Hochschulwesens in Russland und im speziellen für unser Institut bedeutungsvollen Zeit ist von Adj.-Prof. K. Kupffer zusammengestellt und seinerzeit der Öffentlichkeit übergeben worden¹⁾.

Diese Zeit der Unruhen und Veränderungen hat aber auch seine Folgen gehabt, indem sie Veranlassung gab zu eingehender Kritik des Alten und Neuen an unserem Institut. Eine Reihe von Reformprojekten, sowohl im allgemeinen als auch im einzelnen, sind vom Lehrkörper oder einzelnen Professoren zusammengestellt worden, welche aber alle noch, im Zusammenhang mit der zu erwartenden allgemeinen Hochschulreform im Reich, der Verwirklichung entgegensehen. So viel steht jedenfalls fest, dass auch für die nächste Zukunft Veränderungen in der Organisation und in den Lehrprogrammen unserer Hochschule bevorstehen, wobei so manches Alte, in den ersten 25 Jahren des Bestehens Bewährte, wieder zur Geltung kommen und so manches Neue, durch die Reform der 90er Jahre unserer Hochschule Aufgedrängte, als unzweckmässig fallen gelassen werden wird.

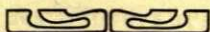
¹⁾ K. R. Kupffer, Aus der jüngsten Vergangenheit des Rigaschen Polytechnischen Instituts. Materialien zur Geschichte des akademischen Lebens in den Jahren 1896 bis 1906. Riga 1906.

Hieraus folgt wiederum, dass das 50jährige Jubiläum unseres Instituts kein geeigneter Moment ist für eine ausführliche historische und kritische Beurteilung der hinter uns liegenden Periode und dass aus diesem Grunde ein solcher Gedanke wieder fallen gelassen werden musste.

Doch die Kürze des Menschenlebens fordert seine Rechte. Diejenigen, welche im Laufe der letzten 25 Jahren an unserem Polytechnikum gewirkt und diejenigen, welche in dieser Periode dasselbe absolviert haben, können nicht gut auf den nächsten Jubiläumstag, sei es der 75te oder 100te, getröstet werden. Eine gewisse Orientierung über das, was im Laufe des 50jährigen Bestehens unserer Hochschule vorgegangen ist, erscheint schon jetzt vielen erwünscht. Andererseits ist es jetzt auch noch möglich, ausser durch Archivstudien, durch Hörensagen von älteren Mitarbeitern an unserem Institut vieles festzulegen, was im Laufe der nächsten Dezennien der Vergessenheit anheimgefallen sein wird und was später nur durch mühevollen Arbeit eines Historikers wieder ans Tageslicht gefördert werden müsste. Um diesen Wünschen einigermaßen entgegenzukommen, hat die Direktion versucht, in den folgenden historischen und statistischen Zusammenstellungen einige Anhaltspunkte zu geben von dem Bestande, von der Entwicklung und von den Resultaten unserer Hochschule im Laufe der letzten 50 Jahre. Was die Resultate anbetrifft, so kommen solche ja hauptsächlich in der Zahl unserer Absolventen und in den wissenschaftlichen und praktischen Leistungen des Lehrpersonals und dessen Schüler zum Ausdruck. Die ca. 3600 bisherigen Absolventen des Instituts sind es ja, welche unser Wissen und Können in das grosse Reich hinaustragen und die aus Liebe und Anhänglichkeit an ihre alma mater zur Weiterverbreitung deren Rufes beitragen. Die stetig zunehmende Zahl der Immatrikulierten, welche im Jubiläumsjahr 10.000 erreicht, zeugt davon, dass unsere Jugend nach wie vor bestrebt ist, durch ernstes Studium sich eine sichere Lebensstellung zum Nutzen und Frommen unseres Vaterlandes zu schaffen¹⁾.

Riga, Mai 1912.

¹⁾ Gleichzeitig mit dieser Festschrift erscheint ein Album academicum, welches nähere Daten über das Schicksal der ersten 10.000 Immatrikulierten gibt.



Abkürzungen.

- R. P. I. = Rigasches Polytechnisches Institut.
- Hochsch. = Hochschulbildung.
- H. L. = Winterkurse für Handelslehrlinge.
- Arch. = Architektenabteilung, resp. Studierende derselben.
- Ing. = Ingenieurabteilung, resp. Studierende derselben.
- Mech. = Mechanische Abteilung, resp. Studierende derselben.
- Chem. = Chemische Abteilung, resp. Studierende derselben.
- Landw. = Landwirtschaftliche Abteilung, resp. Studierende derselben.
- Hand. = Handelsabteilung, resp. Studierende derselben.

Die Daten, soweit sie nicht doppelt angeführt sind, beziehen sich auf den alten (Julianischen) Kalender, bei Ausländern aber, welche vor 1897 in den Dienst des Polytechnikums getreten sind, dürfte die Mehrzahl der Geburts- und Todesdaten sich auf den neuen (Gregorianischen) Kalender beziehen.



I. Die wichtigsten Momente im Bestehen der Hochschule in chronologischer Reihenfolge.

1857. 20. Dezember. Eingabe an den Börsenkomitee des ersten, von Dr. phil. K. Bornhaupt entworfenen „Projektes zu einer technologischen und Handelsschule in Riga“, unterzeichnet von: Bürgermeister Otto Müller, Ratsherr G. D. Hernmarck, E. A. Kröger, Superintendent P. A. Poelchau, Ed. Martensen und R. Pychlau.
1858. 7. Oktober. Ernennung einer gemischten Kommission, bestehend aus den Antragstellern O. Müller und G. Hernmarck, sowie aus den Vertretern des Börsenkomitees Manufakturrat Adolf Thilo, G. Brandt und des Sekretärs H. v. Stein, welche die Gründung der Lehranstalt von einem höheren Typus erfolgreich ins Werk setzten.
1859. Januar. Ankunft Dr. Frankes aus Hannover zwecks Beratung in Riga seines Projektes der „Zentralschule für Handel und Gewerbe in Riga“.
1861. 16. Mai. Allerhöchste Bestätigung der Statuten der „Polytechnischen Schule in Riga“.
- 7. August. Erstes Zusammentreten des Verwaltungsrats.
 - September/Oktober. Reise des Präses des Verwaltungsrats O. Müller und Sekretärs H. v. Stein ins Ausland zur Besichtigung ausländischer höherer polytechnischer und gewerblicher Schulen.
1862. Januar. Ankunft Dr. E. Naucks in Riga zwecks Übernahme des Direktorats.
1862. 2. Oktober. **Eröffnung der Anstalt** mit den ersten 15 Schülern in einem gemieteten Lokal (das frühere Kaullsche Haus am Wöhrmannschen Park an der Ecke der Suworow- und Elisabethstrasse). Zuerst begann der Vorbereitungskursus, nachher Vorschule genannt, welche von 1862 bis Juni 1892 bestanden hat, und zwar von 1868—1885 geteilt in eine Technische und eine Handelsvorschule.
- 11. Oktober. Eröffnung des Winterkursus für Handelslehrlinge (bestand bis Juni 1869).
 - 19. Dezember. Eröffnung der Handwerker-Fortbildungsklasse (bestand bis 1865).
 - Im Sommer Begründung der Bibliothek durch Überweisung der Bücherei des damaligen „Manufakturkomitees“ zu Riga ans Polytech-

nikum. Im Herbst desselben Jahres Überführung der handelswissenschaftlichen und nationalökonomischen Abteilung der Bücherei des Börsenkomitees zu Riga in die Bibliothek des Polytechnikums, unter Wahrung des Eigentumsrechtes seitens des genannten Komitees. Bald darauf wurde auch mit dem Technischen Vereine eine Vereinbarung getroffen, wonach die von ihm anzulegende Bücherei der Bibliothek des Polytechnikums einverleibt wurde.

Verwaltung der Bibliothek: Bis 1869 Bibliothekar Dickert (zugleich Konservator der Sammlungen), zeitweilig unter der Leitung der Professoren Clément und Frühauf. 1869–75 Prof. E. Hoyer, dem als Sekretär 1869/70 der Intendant Galler, von 1870–74 der Kanzleisekretär R. Bergholz und 1874/75 als Gehilfe C. Leiland beigegeben war. Seit 1875 bis zur Gegenwart hat C. Leiland das Amt eines Bibliothekars versehen. Bibliotheksinspektoren waren: 1875–81 Prof. F. Weber, 1881/82 Prof. W. Ritter, 1882–1902 Prof. H. Malcher. Nach zweijähriger Zwischenzeit wurde eine Bibliothekskommission erwählt, bestehend aus den Professoren E. v. Bergmann, M. Stahl-Schröder und E. Pfuhl, an dessen Stelle etwas später Prof. G. Kirstein trat. Seit 1908 besteht der Posten eines Bibliotheksvorstehers, der bisher durch Adj.-Prof. K. R. Kupffer besetzt ist. 1902 wurde die Stelle eines Gehilfen des Bibliothekars geschaffen, diese war besetzt 1902/3 und 1905 bis 1908 durch K. Laurit, 1903 durch E. Ackermann, 1903/4 durch A. v. Hagen und seit 1908 durch J. Mikutowicz.

Eine Bibliothekordnung wurde schon 1863 festgesetzt, dieselbe wurde 1869 zum ersten- und 1909 zum zweiten- und letztenmal abgeändert.

Der erste gedruckte Katalog erschien 1871, Nachträge dazu 1875 und 1881. 1895 erschien ein neuer, bis heute im Gebrauch befindlicher Katalog, der 1898 und 1905 durch je ein Zuwachsverzeichnis ergänzt wurde. Zurzeit wird an der Drucklegung eines neuen erschöpfenden Nachtragskataloges gearbeitet. (Vergl. auch Tabelle am Schluss dieser Abteilung.)

Desgleichen wird durch Dr. Nauck mit der Schaffung eines kleinen physikalischen Kabinetts und chemischen Laboratoriums begonnen. Ferner wird die Pensionskasse für Professoren und Lehrer gegründet.

1863. September. Eröffnung der ersten Fachkurse für Landwirte, Chemiker, Ingenieure und Fabrikanten (letzterer bestand nur bis Juni 1865 und hatte nur einen Studierenden [diplomiert 1865]).

1864. September. Eröffnung der Maschineningenieurfachschule.

1864/65. Eröffnung des erweiterten analytisch-chemischen Laboratoriums und der landwirtschaftlichen-chemischen Versuchsstation durch Dr. Toepler.

Geistige Urheber letzterer waren Manufakturrat Thilo, Prof. Nauck und Prof. K. Hehn. Leiter derselben waren 1864–68 Prof. Toepler, 1868–72 Prof. Weber, 1872–1902 Prof. Thoms, 1902 bis jetzt ein Beirat, bestehend aus den Professoren v. Knieriem und Blacher, unter Vorsitz von Prof. emer. M. Glasenapp.

Das Lokal befand sich zuerst im Souterrain des Hauptgebäudes, darauf im Parterre des Hintergebäudes an der Pauluccistrasse und seit 1900 im Laboratoriumsbau am Puschkinboulevard. Seit 1872 war die Station getrennt von der chemisch-technologischen Abteilung und hieß landwirtschaftlich-chemische Ver-

suchsstation, welche auch seit 1878 die Samenkontrolle übernahm. Seit 1902 heisst sie wieder chemische Versuchsstation. Sie hat besonderes Assistentenpersonal und übernimmt Aufträge von Analysen, Expertisen etc.

Von 1872 - 1901 erschienen gedruckte Berichte dieser Versuchsstation unter Redaktion von Prof. Thoms.

1865. Juni. Erste Abgangsprüfung (Diplomprüfung).

— Gründung der ersten studentischen Korporation „Fraternitas baltica“.

1867. 4. Januar. Einführung der Diplomprüfungsordnung.

— 13. Juli. Tod des Gründers Otto Müller und Stiftung der ersten 3 Stipendien seines Namens für Studierende.

— 27. November. Erwirkung einiger Staatsdienstrechte für die Dozenten.

1868. September. Reorganisation der landwirtschaftlichen Fachschule durch Karl Hehn und Eröffnung der Handelsfachschule nach den Plänen von Laspeyres.

1869. Einführung der Fachschulvorstände (später Dekane).

— Einführung des Fachsystems für die Examinations- und Belegordnung (Projekt K. Lovis).

— September. Eröffnung der Architektenfachschule.

— — Einzug in das neue eigene Gebäude am Thronfolgerboulevard.

Auf Betreiben des Präses der Bausektion des Verwaltungsrates A. Thilo wurde die Errichtung desselben ins Werk gesetzt und dasselbe entworfen und erbaut von Prof. G. Hilbig. Es hat 15,239 Quadratfuss bebauter Fläche, ist 3-stöckig, im Mittelbau 4-stöckig mit Observatorium. Die Kosten desselben betragen ca. 219000 Rbl. (Vergl. Photographie.)

1870. Einführung von Privatdozenten (bestanden bis 1895).

— Erste Disziplinarkommission.

1874. Reorganisation der Ingenieurabteilung.

1875. 25. April. Erstmalige Jahressubvention der Regierung von 10000 Rbl.

— September. Eröffnung der Feldmesserabteilung (bestand bis 1887).

— — Gründung der Witwen- und Waisenkasse („Suworowstiftung“).

— — Reorganisation der landwirtschaftlichen Abteilung durch v. Sivers.

1877. 18. Februar. Allerhöchste Bestätigung der Regeln für die Korporationen.

— 25. April. Überweisung der Kronsdomäne Peterhof an das Polytechnikum zwecks Einrichtung einer Versuchsfarm¹⁾.

— Herbst. Eröffnung des 2. Hauptgebäudes an der Pauluccistrasse und Einzug der Vorschule und der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in dasselbe.

Dieses Gebäude, von Prof. G. Hilbig erbaut, ist ebenfalls dreistöckig, hat eine Grundfläche von 9500 Quadratfuss und kostete ca. 156200 Rbl.

¹⁾ Hierüber ein besonderer Abschnitt in der 2. Abteilung.

1878. Reorganisation der Handelsabteilung durch A. Lieventhal.
1879. 9. November. Bestätigung einer neuen Prüfungsordnung.
1881. 17. April. Übergang des bisher dem Finanzministerium unterstellten Polytechnikums an das Ressort des Ministeriums der Volksaufklärung.
1882. 1. Februar. Denkschrift der Plenarkonferenz über Verleihung der Rechte des Staatsdienstes an die Absolventen und Gleichstellung derselben mit denen anderer Hochschulen des Reiches.
- Reform der landwirtschaftlichen Abteilung durch v. Knieriem und Wolff. Übersiedelung Prof. v. Knieriems nach Peterhof als Wirtschaftsdirektor und Einrichtung des Laboratoriums daselbst, sowie Beginn des Unterrichts für die älteren Semester dieser Abteilung in Peterhof.
- 1884/85. Reorganisation der Architektenabteilung durch Hilbig und Lang.
1885. Fertigstellung eines Zwischenbaues für ein (das alte) chemisches Laboratorium nach Entwürfen von Prof. Ostwald. (Genaueres in der 2. Abteilung.) Das 3stöckige Gebäude, von Prof. G. Hilbig erbaut, mit einer Grundfläche von 6130 Quadratfuss kostete ca. 97 800 Rbl.
- Einrichtung einer mechanischen Werkstatt auf Prof. Pfuhs Antrag.
 - Ausmietung der Vorschule aus dem Gebäude an der Pauluccistrasse und Schliessung der Handelsabteilung dieser Vorschule.
1886. Reorganisation der Maschineningenieurabteilung durch Lovis, Moll und Pfuhl.
1887. 2. Oktober. Feier des 25jährigen Jubiläums.
- Stiftung eines Reisestipendiums (Philisterstipendium) für ehemalige Polytechniker.
 - Darbringung von 10000 Rbl. von seiten der Rigaschen Industriellen zur Errichtung eines elektro-technischen Laboratoriums.
- Die Einrichtung desselben begann unter Leitung des Dozenten Arnold im Jahre 1888. Dasselbe nahm im Hauptgebäude anfangs nur 78 Quadratmeter Fläche ein, wurde aber im Jahre 1901, auf Antrag Prof. Ozmidoffs und mit Bewilligung weiterer bedeutenderer Mittel, auf 365 Quadratmeter Bodenfläche vergrössert und befindet sich jetzt im Parterre und Kellergeschoss an der Pauluccistrasse.
1889. Einrichtung eines chemisch-technologischen Laboratoriums durch Prof. Glasenapp.
1892. 9. März. Allerhöchste Bestätigung der Aufnahmebedingungen mit gesteigerten Anforderungen. Sie bestehen im wesentlichen bis heute.
- Schluss der Vorschule.
 - 29. September. Vorschrift der Regierung in betreff Einführung der russischen Unterrichtssprache.

1893. 12. April. Eingabe eines Reformplanes für das Polytechnikum von seiten der Plenarversammlung der Professoren.
1894. April und Mai. Arbeiten einer Kommission in St. Petersburg zur Beratung der Reform und Ausarbeitung eines neuen Statuts unter Vorsitz des Petersburger Kurators Kapustin unter Teilnahme von seiten des Polytechnikums durch den Präses des Verwaltungsrats v. Schubert, Direktor Prof. Grönberg, Professoren Bischoff und Koch.
1895. Revision des Polytechnikums durch den Dirigierenden der Abteilung für professionelle Schulen am Ministerium der Volksaufklärung Geheimrat S. Anopoff.
1896. 6. Mai. Allerhöchste Bestätigung des neuen Statuts für das Polytechnische Institut und Einführung der russischen Unterrichtssprache.
1897. April. Revision der Programme und des Unterrichts am Polytechnischen Institut durch den Direktor des Charkower Technologischen Instituts Viktor Kirpitschew.
1899. Frühjahr. Erste grössere Studentenunruhe.
1899. 10. Mai. Beginn der jährlichen Subvention der Regierung für Stipendienzwecke von 5000 Rbl.
1899. 22. Oktober. Endgültige Übergabe des Kronsgutes „Peterhof“ zur unentgeltlichen Nutzniessung zu Zwecken des Polytechnikums.
1900. 1. Juni. Erste Staatsprüfung der Handelsabteilung unter Vorsitz des Delegierten der Regierung, des Akademikers J. Janshul.
- 10. Juni. Allerhöchste Genehmigung zur Verleihung unter bestimmten Bedingungen an alte Diplomanden derselben Rechte, wie an die neuen.
- Herbst. Überführung der chemischen Abteilung mit den analytischen, synthetischen, physikalischen und chemisch-technologischen Laboratorien, sowie der Versuchsstation und der landwirtschaftlichen, botanischen, zoologischen und mineralogischen Kabinette in das neue Gebäude an dem Puschkinboulevard.
- Dasselbe ist 3 resp. 4stöckig und hat eine bebaute Fläche von 22 450 Quadratfuss. Die Kosten betragen samt innerer Einrichtung ca. 645 000 Rbl., von denen ca. 360 000 Rbl., durch Vermittelung des Finanzministers Witte, von der Regierung bestritten wurden. Erbaut nach einem Projekt von Prof. Koch unter Leitung von Prof. O. Hoffmann. Die innere Einrichtung des chemischen Laboratoriums wurde von den Professoren Bischoff und Walden entworfen. (Vergl. Photographie.)
- 2. Dezember. Einführung einer Uniform für die nichtkorporellen Studenten.
1901. Erste Staatsprüfung auf der landwirtschaftlichen, chemischen, Ingenieur- und mechanischen Abteilung unter Vorsitz der Delegierten der Regierung Prof. S. M. Bogdanow, Geheimrat N. J. Tawildarow und Direktor des Technologischen Instituts Ch. S. Golowin.

1901. Umbau des alten chemischen Laboratoriums an der Ingenieurstrasse für Zwecke der Bibliotheks- und anderer Unterrichtsräume.
1902. Erste Staatsprüfung auf der Architektenabteilung unter Vorsitz des Direktors des Technologischen Instituts Ch. J. Golowin.
- Juni. Teilnahme des Direktors Prof. P. Walden und der Delegierten des Lehrkomitees Prof. v. Bergmann und Schwartz an der Konferenz in Petersburg zwecks Beratung über die Hochschulreform.
1904. 5. Januar. Erteilung der Baurechte für die technischen Abteilungen.
- 22. Dezember. Allerhöchster Befehl in betreff Vereinheitlichung der Titulatur für alle Absolventen des Instituts: für die technischen Abteilungen: Ingenieur mit Hinzufügung der Spezialität, für die Agronomen: der Titel „Gelehrter Agronom“ und für die Handelsabteilung: Kandidat der Handelswissenschaften.
- Dezember. Gewährung der erhöhten jährlichen Subvention von 90000 Rbl. von seiten der Regierung.
1905. Teilung der chemischen Technologien nach Spezialitäten.
- 1905/6. Grössere Studentenunruhen und temporärer Schluss des Instituts im Frühling und Herbst.
1906. Februar. Entsendung des Direktors und der Dekane in die Konferenz in Petersburg zur Beratung über eine Hochschulreform für das ganze Reich.
- 3. Juni. Übergabe an das Polytechnikum zu Lehrzwecken eines Teiles des Mitauer Kronsforstes von ca. 1300 Dessjatinen.
- Erbauung des neuen Laboratoriums in Peterhof nach Entwürfen und unter Leitung von Prof. v. Knieriem.
1910. Herbst. Fertigstellung des 4. Flügels am Hauptgebäude in der Architektenstrasse, um für die mechanische und Ingenieurabteilung geräumige Zeichensäle zu schaffen; daselbst ist auch die Kanzlei untergebracht worden. Der Flügel ist, im Stile des alten Gebäudes, 3stöckig erbaut, hat 6400 Quadratfuss Grundfläche und kostete ca. 101500 Rbl. Entwurf und Bauleitung durch Prof. Hoffmann.
1912. 10. Januar. Eröffnung am Polytechnikum einjähriger Kurse für Moorkultur für Absolventen des Polytechnikums und anderer russischer Hochschulen in Peterhof. Zu diesem Zwecke erhielt das Polytechnische Institut vom Landwirtschaftsministerium eine einmalige und eine jährliche Subvention, sowie eine Moorfläche von ca. 173 Dessjatinen aus dem Mitauer Kronsforst bei Peterhof zur Anstellung von Kulturen.
1912. September. Immatrikulation des zehntausendsten Studenten.

II. Personalien.

A. Verwaltungsrat.

Präsides.

- Müller, Otto, Bürgermeister, 1861 - 1867.
Hernmarck, Gust. Dan., Bürgermeister, 1867—1869.
Hollander, Ed., Wortführender Bürgermeister, 1869—1890.
Tunzelmann v. Adlerflug, Max, 1890—1892.
v. Pickardt, C., Stadthauptkollege, 1892—1894.
v. Schubert, Bernhard 1894—

Sekretäre.

- v. Stein, Hermann, Wirkl. Staatsrat, 1861—1892.
v. Reibnitz, Max, 1895—1903.
Tantzscher, Georg, 1903—1906.
Gottfriedt, Hermann, 1906—

Delegierte

der Estländischen, Kurländischen, Livländischen und Öselschen Ritterschaft, Stadt Reval und Riga resp. Rat, St. Marien- und St. Johannis-Gilde, Revalschen und Rigaschen Börsenkaufmannschaft.

- | | |
|--|---|
| Barclay de Tolly, Eugen, 1878—1879. | Helmsing, Karl, 1886—1899. |
| v. Berg, Friedrich, 1891—1893. | Hernmarck, Gust. Dan., 1861—1869. |
| Beyermann, Wilhelm, 1903—1910. | Hollander, Eduard, 1867—1890. |
| v. Boetticher-Kukschen, R., 1909— | Bar. Hoyningen-Huene-Lelle, 1909— |
| v. Buengner, Robert, 1869—1886. | Kehrhahn, Heinrich, 1888—1900. |
| v. Buengner, Robert, Dr. jur., 1903— | Kerkovius, Georg, 1898— |
| Baron Buxhöwden-Magnusdahl,
Karl, 1867—1884. | Kerkovius, Wilhelm, 1900—1903. |
| Deubner, Karl, 1871—1886. | v. Klot, Nikolai, 1903— |
| Fenger, Nikolai, 1881—1886. | Lemcke, Joh. And., 1861—1862. |
| v. Grünewaldt-Bellenhof, Alexander,
1876—1892, 1909—. | Fürst Lieven-Kabillen, 1909—1910. |
| v. Grünewaldt, Moritz, 1864—1869. | Baron Lieven, Felix, 1910— |
| v. Gyldenstubbe, Peter, 1862—1869. | Lieven, Viktor, Dr., 1903—1910. |
| Hafferberg, R. John, 1861—1869. | Meinhardt, C. F., 1861—1879. |
| Bar. Hahn-Linden, Paul, 1863—1899. | v. Mensenkampff-Puderküll, Ernst,
1867—1876. |
| Hartmann, Theodor, 1861—1881. | Mentzendorff, W., 1910— |
| v. Helmersen, Roman, 1908— | Baron Meyendorff, Friedrich, Dr.,
1869—1884. |
| v. Helmersen, Theodor, 1869—1893. | Molien, Gustav, 1868—1878. |

Müller, Otto, 1861—1867.
v. Oettingen, August, Dr., 1886—1890.
Baron Offenberg, Peter, 1895—1899,
1903—1904.
Pander, J., 1892—1898.
v. Pickardt, C., 1890—1894.
Rehsche, Silvester, 1900—1903.
v. Richter-Drostenhof, Theodor,
1883—1888, 1908—
Samson v. Himmelstjerna, Friedrich,
1908—
Samson v. Himmelstjerna-Sepküll, A.,
1874—1878.
Baron Sass, Edmund, 1885—1893,
1908—
Baron Sass, Ludwig, 1862—1869.
Schnackenburg, Heinr., 1862—1868.
v. Schubert, Bernhard, 1884—1893,
1894—

v. Sengbusch, Wilhelm, 1903—1904.
v. Sivers, Otto, 1878—1893.
Taube, Karl, 1886—1888.
Taube, W. J., 1861—1879.
Thilo, Adolf, 1861—1871.
v. Tobien, Alexander, 1904—
v. Transehe-Taurup, E., 1891—1893.
Tunzelmann v. Adlerflug, Max,
1890—1892.
Baron Ungern-Sternberg, Reinhold,
1864—1867, 1868—1874.
v. Vegesack, Alexander, 1861—1867.
Vockrodt, Hugo, 1904—
Vogelsang, Julius, 1899—1900.
Baron Wolff, Ludwig, 1878—1883.
Baron Wolff-Rodenpois, Viktor,
1861—1877.

B. Direktoren des Polytechnikums.

Nauck, Ernst, August 1862—Januar 1875.
Kieseritzky, Gustav, Februar 1875—Dezember 1885.
Lienthal, August, Januar 1886—September 1891.
Grönberg, Theodor, September 1891—April 1902.
Walden, Paul, April 1902—Dezember 1905.
v. Knieriem, Woldemar, Januar 1906—

Vizedirektoren.

Lienthal, August, Dezember 1884—Januar 1886.
Grönberg, Theodor, April 1887—September 1891.
Glasenapp, Maximilian, September 1891—September 1897.
Wodziński, Benedikt, September 1897—September 1903.
Schwartz, Gregor, September 1903—September 1906.
Hoffmann, Otto, September 1906—September 1910.
Bucholtz, Fedor, September 1910—

C. Dekane.

1. Architektenabteilung.

Hilbig, Gustav, 1870—1887.
Koch, Johannes, 1887—1905.

Hoffmann, Otto, 1905—1906.
v. Stryk, Wilh., 1906—

2. Ingenieurabteilung.

Bessard, Henri, 1870—1872.

U.-Abt. A.

U.-Abt. B.

Kieseritzky, G., 1873—1875. Ritter, W.

Beck, A., 1875—1877. 1873—1877.

Ritter, Wilhelm, 1877—1882.

Malcher, Heinrich, 1882—1902.

Wodziński, Benedikt, 1902—

2 a. Feldmesserabteilung.

Schell, Anton, 1870—1874.

Beck, Alexander, 1874—1887.

3. Mechanische Abteilung.

Lovis, Karl, 1870—1901.

Wladimiroff, Konst., 1901—1905.

Clark, Charles, 1906—

4. Chemische Abteilung.

Weber, Franz, 1870—1881, Okt.

Glaserapp, Max., 1882—1906.

Walden, Paul, 1906—

5. Landwirtschaftliche Abteilung.

Hehn, Karl, 1870—1873.

Schell, Anton, 1873—1874.

v. Sivers, J., 1874—1879.

Wolff, Reinholdt, 1879—1885.

Thoms, George, 1886—1902.

Schindler, Franz, 1902—1903,
provis.

v. Knieriem, Wold., 1903—1906.

Stahl-Schröder, Martin,
1906—1911.

Bucholtz, Fedor, 1912—

6. Handelsabteilung.

Cohn, Gustav, 1870—1872.

Kleinwächter, Friedrich,
1872—1875.

Moll, Karl, 1876—1877.

Lieventhal, August, 1877—1886.

Grönberg, Theodor, 1886—1888.

Lieventhal, August, 1888—1900.

v. Bergmann, Eugen, 1900—

D. Ehrenmitglieder des Instituts.

1. Prof. Dr. W. Ostwald (Leipzig) seit 1903.

2. Prof. Dr. A. Toepler (Dresden) seit 1906. Gest. 1912.

E. Professoren und Adjunkt-Professoren,

chronologisch geordnet.

1862—1867.

1. Clark, John, Freier Künstler der St. Petersburger Akademie, hon. e., geb. 19. Oktober 1830 in Riga, englischer Untertan. Hochsch.: Akademie zu Düsseldorf und Karlsruhe. Zeichenlehrer 1862—1896, Adj.-Professor 1896—1902. Gest. 18. Juni 1905 bei Riga.

2. Clément, Friedrich, aus Krefeld, Ausländer. Professor der Handelswissenschaften und Nationalökonomie 1862—1864. Gest.

3. Nauck, Ernst, Dr., geb. 14./2. Februar 1819 in Auerstadt in Deutschland, Ausländer. Hochsch.: Univers. Berlin. Professor der Physik, Chemie und Mineralogie 1862—1875, Direktor 1862—1875. Gest.

14. Januar 1875 in Riga.

4. Schmidt, Gustav, aus Österreich. Professor der Maschinenlehre 1862—1863. Gest.
5. Hilbig, Gustav, geb. 24./12. Oktober 1822 in Breslau. Hochsch.: Kgl. Gewerbeinstitut und Akademie der Künste in Berlin. Professor der Bauwissenschaften 1863—1887, Dekan der Architektenabteilung 1870—1887. Gest. 8. Februar 1887.
6. Lovis, Karl, Prof. emer., geb. 1. Mai 1839 in Thüringen, zuletzt russischer Untertan. Hochsch.: Technische Hochschule zu Hannover und Karlsruhe. Lehrer der Mathematik an der Vorschule 1863—1865, Dozent für mechanische Fächer 1864—1867, Professor 1867—1901, Dekan der mechanischen Abteilung 1870—1901. Gest. 12. November 1911 in Riga.
7. Zehfuss, Gustav, Dr., Professor der Mathematik 1863—1864. Gest.
8. Kieseritzky, Gustav, geb. 28. Februar 1830 in Wenden, Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Professor der Mathematik 1864—1896. Dekan der Ingenieurabteilung A. 1873—1875, Direktor 1875—1895. Gest. 31. August 1896 in Riga.
9. Lewicki, Leonidas, Dr., aus Österreich. Dozent für Maschinenbau 1864—1865, Professor 1865—1870. Gest.
10. Schell, Anton, Dr., aus Österreich. Dozent der deskriptiven Geometrie und Geodäsie 1864—1865, Professor 1865—1873, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1870—1873, Dekan der Feldmesserabteilung 1870—1873. Gest. in Wien.
11. Toepler, August, Dr. phil., Dr. med. h. c., Dr.-Ing. h. c., Ehrenmitglied des Polytechnikums seit 1906. Geb. 7. September/26. August 1836 bei Bonn, Ausländer. Hochsch.: Berlin. Dozent für Chemie 1864—1865, Professor 1865—1868. Gest. 6. März/22. Februar 1912 in Dresden.
12. Weber, Franz, Assistent an der chemischen Versuchsstation 1865, Assistent für Chemie 1866—1868, Dozent 1868—1869, Professor 1869—1881, Dekan der chemischen Abteilung 1870—1881. Gest. 27. Oktober 1881 in Riga.
13. Bessard, Henri, geb. 3. Juni 1837 in der Schweiz, Schweizer Bürger. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich. Dozent für Ingenieurwissenschaften 1866—1867, Professor 1867—1872, Dekan der Ingenieurabteilung 1870—1872. Gest. 1877.
14. Laspeyres, Etienne, Dr., aus Lübeck. Professor der Nationalökonomie und Handelwissenschaften 1866—1869. Lebt in Giessen.
1867—1872.
15. Hehn, Karl, Mag. oec., geb. 25. April 1821 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Professor der Landwirtschaft 1868—1873, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1870—1873. Gest. 19. Februar 1875 in Dorpat.

16. Hoyer, Egbert, Ausländer. Dozent für mechanische Technologie und Maschinenkunde 1868—1869, Professor 1869—1875. Lebt in München.
17. Cohn, Gustav, Dr., Ausländer. Dozent der Nationalökonomie und Handelswissenschaften 1869—1871, Professor 1871—1872, Dekan der Handelsabteilung 1870—1872. Lebt in Göttingen.
18. Glasenapp, Maximilian, Prof. emer., vide pag. XXVI.
19. Moll, Karl, geb. 8. Juni 1831 in Köln, Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum in Karlsruhe. Dozent für Maschinenbau 1870—1871, Professor 1871—1896, stellv. Dozent für kaufmännische Arithmetik 1874—1892, Dekan der Handelsabteilung 1876—1877. Lebt in Karlsruhe.

1872—1877.

20. Kleinwächter, Friedrich, Dr., aus Österreich. Professor der Nationalökonomie und Handelswissenschaften 1872—1875, Dekan der Handelsabteilung 1872—1875. Lebt in Czernowitz (Galizien).
21. Thoms, George, Dr. agron., geb. 12. Februar 1843 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent an der chemischen Versuchsstation 1872—1873, Dozent für Agrikulturchemie und Tierchemie 1873—1878, Professor 1878—1902, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1886—1902. Gest. 2. November 1902 in Riga.
22. Beck, Alexander, Dr. phil., geb. 13./1. April 1847 in Schaffhausen, Schweizer Bürger. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich, Univ. Berlin und Zürich. Dozent der darstellenden und synthetischen Geometrie und Geodäsie 1873—1874, Professor 1874—1898, Dekan der Feldmesserabteilung 1874—1887, Dekan der Ingenieurabteilung A. 1875 bis 1877. Lebt in Zürich.
23. Ritter, Wilhelm, Dozent der Ingenieurwissenschaften 1873, Professor 1873—1882, Dekan der Ingenieurabteilung 1873—1877, 1877—1882. Gest.
24. v. Sivers, Jegór, geb. 1. November 1823 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent für Landwirtschaft 1873—1874, Professor 1874—1879, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1874—1879. Gest. 12. April 1879.
25. Malcher, Heinrich, geb. 17. Dezember 1848 in Österreich, Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich. Dozent der niederen Geodäsie und Ingenieurwissenschaften 1874—1877, Professor 1877—1903, Dekan der Ingenieurabteilung 1882—1902. Lebt in Österreich.
26. Groenberg, Theodor, Magd. phys., geb. 8. August 1845 im Gouvernement Kiew. Hochsch.: Univ. Dorpat. Professor der Physik 1875—1902, Dekan der Handelsabteilung 1886—1888, Vizedirektor 1887—1891, Direktor 1891—1902. Gest. 25./12. Juli 1910 in Freiburg i. Br.

27. **Kirstein, Gustav**, Prof. emer., vide pag. XXVII.
28. **Lieventhal, August**, Cand. oec. pol., geb. 24. (25.?) November 1844 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat, Leipzig. Dozent der Nationalökonomie und Handelswissenschaften 1875—1878, Professor 1878 bis 1896, Adj.-Professor 1896—1900, Dekan der Handelsabteilung 1877 bis 1886, 1888—1900, Vizedirektor 1884—1886, Direktor 1886—1891. Gest. 18. Mai 1900 in Riga.
29. **Schoenflies, Martin**, Dr. phil., geb. 1841 in Landsberg a./W., Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich und Karlsruhe. Professor der mechanischen Technologie und Maschinenkunde 1876—1879. Gest. 18./6. August 1879 in Berlin.
30. **Wolff, Reinhold**, Dr. phil., Ausländer. Dozent der Landwirtschaft 1876, Professor 1876—1885, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1879—1885. Lebt in Krasnojarsk.

1877—1882.

31. **Pfuhl, Edmund**, Prof. emer., geb. 20. November 1844 in Schlesien, Ausländer. Hochsch.: Gewerbeakademie zu Berlin. Dozent der mechanischen Technologie und Maschinenkunde 1879—1880, Professor 1880—1905. Lebt in Riga.
32. **Trey, Heinrich**, Prof. emer., vide pag. XXVII.
33. **v. Knieriem, Woldemar**, Prof. emer., vide pag. XXVII.

1882—1887.

34. **Lang, Gustav**, geb. 11. Januar 1850 in Reutlingen (Württemberg), Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum in Stuttgart. Professor der Ingenieurwissenschaften 1882—1890. Jetzt Professor in Hannover.
35. **Ostwald, Wilhelm**, Dr. chem., Ehrenmitglied des Polytechnikums seit 1902, geb. 21. August 1853 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Professor der Chemie 1882—1887. Lebt bei Leipzig.
36. **Koch, Johannes**, geb. 4. September/23. August 1850 in Eger (Böhmen), Österreicher. Hochsch.: Technische Hochschule zu Prag. Professor der Architektur 1884—1909. Dekan der Architektenabteilung 1887 bis 1905. Lebt in Karlsbad in Böhmen.
37. **Ozmidoff, Nikolai**, Prof. emer., vide pag. XXVII.
38. **Bretfeld zu Kronenberg, Heinrich**, Freiherr v., Dr. phil., geb. 25. März 1853 in Galizien. Hochsch.: Univ. Graz und Halle. Professor der Landwirtschaft 1885—1888. Gest. 16. Februar 1888 in Riga.
39. **Schwartz, Gregor**, vide pag. XXVII.
40. **Walden, Paul**, vide pag. XXVIII.
41. **Grübler, Martin**, geb. 19. Dezember 1851 in Sachsen, Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum zu Dresden. Dozent für Mechanik und Graphostatik 1886, Professor der technischen und analytischen Mechanik 1886—1897. Lebt in Dresden.

1887—1892.

42. **Bischoff, Karl**, Dr. phil., geb. 20./8. April 1855 in Würzburg, Ausländer. Hochsch.: Univ. Heidelberg und Würzburg Professor der Chemie 1887—1908. Gest. 18./5. Oktober 1908 in Würzburg.
43. **Mohrman, Karl**, geb. 1857 in der Prov. Hannover, Ausländer. Hochsch.: Univ. und Bauakademie in Berlin. Professor für Architektur 1887—1892. Lebt in Hannover.
44. **Schindler, Franz**, geb. 1. April 1854 in Mähren, Österreich. Hochsch.: Univ. Halle und Hochsch. für Bodenkultur in Wien. Professor der Landwirtschaft 1888—1903, stellv. Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1903. Jetzt Professor in Brünn.
45. **Doss, Bruno**, vide pag. XXVI.
46. **Gunstensen, Jens Emanuel**, aus Norwegen. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich. Professor der Ingenieurwissenschaften 1890—1891. Jetzt Professor in Drontheim.
47. **Hennig, Richard**, vide pag. XXVI.
48. **Wodziński, Benedikt**, vide pag. XXVIII.

1892—1897.

49. **Hoffmann, Otto**, vide pag. XXVII.
50. **Stahl-Schröder, Martin**, Dr. phil. et agron., geb. 25. August in Livland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Landwirtschaft 1892—1896, Dozent 1896—1900, Adj.-Professor 1900—1903, Professor 1903—1911, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1906—1911. Gest. 19./6. Dezember 1911 in Kairo (Ägypten).
51. **Wladimiroff, Konstantin**, Ing.-Technolog, geb. 2. Mai 1860. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Maschinenkonstruktion 1892—1893, Dozent für Maschinenelemente und Maschinenbau 1893—1896, Professor der angewandten Mechanik 1896—1905, Dekan der mechanischen Abteilung 1901—1905. Jetzt Professor in St. Petersburg.
52. **v. Blacher, Karl**, vide pag. XXVI.
53. **Kupffer, Karl Reinhold**, vide pag. XXVIII.
54. **Lutz, Oskar**, vide pag. XXVIII.
55. **Bohl, Piers**, vide pag. XXVI.
56. **Baron Rosen, Gerhard**, vide pag. XXIX.

1897—1902.

57. **v. Bergmann, Eugen**, vide pag. XXVI.
58. **Berlow, Michael**, vide pag. XXVI.
59. **Bucholtz, Fedor**, vide pag. XXVI.
60. **Schimansky, Stephan**, vide pag. XXVII.
61. **v. Stryk, Wilhelm**, vide pag. XXVII.
62. **Clark, Charles**, vide pag. XXVI.

63. **v. Denffer, Paul**, vide pag. XXVI.
64. **Iwanoff, Boris**, Ing.-Technolog, geb. 20. März 1872. Hochsch.: Technologisches Institut zu St. Petersburg. Assistent für angewandte Mechanik 1899—1900, Dozent 1900—1903, Adj.-Professor 1903—1905. Lebt in St. Petersburg.
65. **Ronczewski, Konstantin**, Ing.-Architekt, geb. 31. Dezember 1874 in St. Petersburg. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Architektur 1899 bis 1903, Adj.-Professor 1903—1905. Lebt in Riga.
66. **Segel, Michael**, Mag. phys., geb. 8. März 1861. Hochsch.: Univ. Kasan. Adj.-Professor der Physik 1900—1903, Professor 1903—1905. Gest. 25. August 1905 in Riga.
67. **Kossinsky, Wladimir**, Mag. oec. pol., geb. 13. August 1864. Hochsch.: Univ. Moskau. Dozent der Nationalökonomie 1901—1902, Adj.-Professor 1902—1904.

1902—1907.

68. **Buschmann, Arnold**, vide pag. XXVIII.
69. **v. Friedrichs, Viktor**, Bauingenieur, geb. 29. Dezember 1876 in Kurland. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Baumechanik und höhere Geodäsie 1903—1905, Adj.-Professor 1905—1910. Gest. 20./7. Februar in Tirol.
70. **Stegmann, Percival**, vide pag. XXIX.
71. **Poncet de Sandon**, vide pag. XXIX.
72. **Feldweg, Reinhold**, vide pag. XXVIII.
73. **Jensch, Arnold**, vide pag. XXVII.
74. **Reinberg, August**, Ing.-Architekt und Freier Künstler der Petersburger Akademie, geb. 16. März 1860 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Hochbau 1905—1906, Adj.-Professor 1906—1907. Gest. 17. Juli 1908 in Riga.
75. **Witlich, Michael**, vide pag. XXVIII.
76. **Britzke, Erhard**, vide pag. XXVIII.
77. **Schiemann, Nikolai**, vide pag. XXIX.
78. **Pflaum, Hermann**, vide pag. XXVIII.

1907—1912.

79. **Ehrenfeucht, Viktor**, vide pag. XXVIII.
80. **Schneider, Guido**, vide pag. XXIX.
81. **Keldysch, Wsewolod**, vide pag. XXVIII.

F. Dozenten, Privatdozenten und Lektoren

chronologisch geordnet.

1862—1867.

1. **Fossard, Frédéric**, geb. 27. Januar 1822 in der Schweiz. Lehrer der französischen Sprache 1862—1868, Lektor 1870—1889. Gest. 30. August 1898 in Riga.

2. Gottfriedt, Richard Moritz, cand. chem., geb. 9. (4.?) November 1817 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Naturwissenschaften 1862—1889. Gest. 17. August 1889 in Schlock bei Riga.
3. Haller, Karl, cand. philolog., geb. 3. Juli 1829 in Pawlowsk bei St. Petersburg. Hochsch.: Univ. St. Petersburg. Lehrer der russischen Sprache 1862—1869, Lektor 1868—1899. Lebt in Riga.
4. Mylius, John, geb. 1822 in London. Hochsch.: Univ. London. Lehrer der englischen Sprache a. H. L. 1862—1863, Lektor 1879—1890. Gest. 2. Oktober 1890.
5. Gross, Robert, Dr. phil., geb. 22. März 1832 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Kunstgeschichte, deutschen Literatur und Logik 1863—1866. Gest. 19. (18.?) November 1902 in Goldingen.
6. Meyer, Hermann, aus Hannover. Dozent der darstellenden Geometrie 1863—1864.
7. Voss, Anton, Ingenieur. Dozent für mechanische Fächer 1863—1864.
8. Frühauf, Julius, Dr., aus Leipzig. Dozent der Handelswissenschaften und Nationalökonomie 1864—1866.
9. Pessler, Johann, Dr., Ausländer. Lehrer der englischen Sprache a. H. L. 1865—1869, Lektor der englischen Sprache 1868—1879.
10. Eeck, Karl, Lehrer der Comptoirwissenschaften a. H. L. 1866—1869, Dozent 1868—1876.

1867—1872.

11. Bürger, Louis, Dozent der kaufmännischen Arithmetik 1868—1873. Gest. 28. Dezember 1873 in Riga.
12. Büttner, Alfred, cand. hist., geb. 17. August 1836 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Geographie und Geschichte 1868—1878. Gest. 12. April 1910 in Riga.
13. v. Keussler, Johannes, Dr. oec. pol., geb. 9. Juli 1843 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Handelsgeographie und Statistik 1868—1870. Gest. 28. Februar 1897 in St. Petersburg.
14. Miaskowsky, August, Dr. jur. et phil., Magd. jur., geb. 26. Januar 1838 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat und Heidelberg. Dozent des Handels-, Wechsel- und Seerechts 1868—1873.
15. Sire, Louis, geb. 18. August 1825 in Frankreich. Absolvent d. Collège à Montbéliard, Frankreich. Lektor der französischen Sprache 1868 bis 1869. Gest. 10. Januar 1870.

1872—1877.

16. Bienert, Theophil, Mag. bot., geb. 3. Mai 1833 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Privatdozent der Botanik 1872—1873. Gest. 5. April 1873 in Riga.
17. v. Westermann, Hermann, vide pag. XXXI.

18. Thilo, Ernst, cand. jur., geb. 20. Mai 1847 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent des Handels-, Wechsel- und Seerechts 1873—1879, Dozent des Landwirtschaftsrechts 1875—1879. Gest. 8. September 1884.
19. Wehrlin, Eduard, Schweizer Bürger. Lehrer der deutschen Sprache, Geschichte und Geographie 1873—1892, Lektor der deutschen Sprache 1886—1892, Vorstand der Vorschule in den letzten Jahren. Gest. 19. Juni 1908 in Zürich.
20. v. Abakonowicz, Bruno, aus Warschau. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Baukonstruktionen 1874—1875, Privatdozent der Ingenieurwissenschaften 1875. Gest.
21. Schweder, Gotthard, cand. astron., geb. 30. Dezember 1831 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Physik 1875. Lebt in Riga.
22. Seyboth, Wilhelm, aus Riga. Hochsch.: R. P. I. Dozent der Comptoirwissenschaften 1876—1880. Gest. 29. Mai 1881.

1877—1882.

23. v. Berg, Paul, cand. chem., geb. 1. Mai 1852 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent an der Versuchsstation 1877—1879, Assistent für Chemie 1879—1887, Dozent der analytischen Chemie 1887—1894.
24. Spohr, Johann, Ing.-Chemiker, aus Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Chemie 1877—1879, Privatdozent der technischen Chemie 1885 bis 1887, Dozent 1887—1890.
25. Stapprani, Friedrich, Ingenieur. Dozent der landwirtschaftlichen Baulehre und Messgesetze 1877—1880.
26. Weidemann, Hugo, cand. mathem., geb. 26. Dezember 1854 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Privatdozent der Mathematik 1877 bis 1878. Gest. 31. Mai 1887 in Fellin.
27. Girgensohn, Joseph, Dr. phil., Magd. hist., geb. 15. April 1848 in Moskau. Hochsch.: Univ. Dorpat, Berlin, Göttingen. Privatdozent der livländischen Geschichte 1878, Dozent der politischen und Kulturgeschichte 1878—1890. Lebt in Frankfurt a./M.
28. Ostwald, Eugen, korresp. Mitglied des Kaiserlichen Forstinstituts zu St. Petersburg, geb. 23. Oktober 1851 in Riga. Hochsch.: Forstakademie zu Tharand. Dozent der Forstwirtschaft 1878—1902. Lebt in Riga.
29. Baer, Ernst, Dozent für Buchführung 1879—1880.
30. v. Buengner, Robert, Dr. jur., geb. 13. Juni 1852 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat, Leipzig. Dozent des Handels-, Wechsel-, See-, Landwirtschaftsrechts und der Messgesetze 1879—1885, 1890—1898. Lebt in Riga.
31. Mey, Paul, geb. 10. November 1854. Hochsch.: Veterinärinstitut in Dorpat. Dozent der Tierheilkunde 1879—1880, 1882—1897. Gest. in Riga.

32. v. Radecki, Ottokar, cand. jur., geb. 21. Januar 1854 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Behördenverfassung und des Landwirtschaftsrechts 1879—1880. Lebt in St. Petersburg.
33. Arnold, Engelbert, Dr.-Ing. hon. c., geb. 7. März 1856 in der Schweiz. Hochsch.: Polytechnikum in Zürich. Assistent für Maschinenbau und Maschinenzeichnen 1880—1883, Privatdozent für Maschinenbau 1883 bis 1886, Dozent für Maschinenbau und Elektrotechnik 1886—1891. Gest. 16./3. November 1911 in Karlsruhe.
34. Hollander, Joh. Heinrich, cand. jur., geb. 11. Februar 1853 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent des Landwirtschaftsrechts und der Messgesetze 1880—1885, des Handels-, Wechsel- und Seerechts 1885—1890. Lebt in Halle a./S.
35. Keussler, Eduard, Mag. pharm., geb. 26. August 1851 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent an der Versuchsstation von 1880 bis 1882, Privatdozent der gerichtlichen Chemie 1882—1885.
36. v. Buengner, Gustav, cand. astron., geb. 20. März 1854 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat und Strassburg. Privatdozent der Mathematik und Astronomie 1881. Gest. 2. Mai 1899 in Riga.
37. Krohne, Heinrich, Dozent der Comptoirwissenschaften 1881—1896.

1882—1887.

38. Hilbig, Hermann, geb. 8. Mai/25. April 1860 in Krefeld, Ausländer. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Bauwissenschaften 1884—1893, Dozent für Statik und Hochbau 1893. Lebt in Riga.
39. Müller, Otto, Dr. jur., geb. 12. August 1855 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent des Landwirtschaftsrechts und der Messgesetze 1885—1890. Gest. 17./5. Januar 1897 in Marburg.
40. Hollander, Bernhard, cand. hist., geb. 11. Oktober 1856 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Handelsgeographie und Statistik 1886—1898. Lebt in Riga.
41. Schoop, Paul, Dr., Assistent für Chemie 1886—1887, Privatdozent 1886—1887.

1887—1892.

42. v. Hagen, Julius, Zivilingenieur, geb. 29. Juni 1830 (1829?) in Reval. Hochsch.: Institut der Zivilingenieure in St. Petersburg. Dozent der Baugesetze 1887—1907. Gest. 28. Juni 1909 in Riga.
43. Amann, Friedrich, vide pag. XXIX.
44. Bergengrün, Alexander, Dr. phil., geb. 10. Dezember 1859 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Privatdozent der Geschichte 1888 bis 1890, Dozent für Kulturgeschichte 1890—1895. Lebt in Berlin.
45. v. Westberg, Paul, cand. bot., geb. 23. April 1862 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent für Mikroskopie 1888—1892, Privatdozent der Botanik und Zoologie 1888—1895. Lebt in Riga.
46. Dubois, Lucien, vide pag. XXX.

47. Alt, Eugen, cand. jur., geb. 25. Dezember 1843 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Behördenverfassung, Landwirtschaftsrechts und der Messgesetze 1890—1891. Gest. 17. April 1891.

48. Wood, John, Englischer Untertan. Lektor der englischen Sprache 1890—1896. Gest. 1910 in Riga.

1892—1897.

49. Bocké, Gustav, Dr. phil., geb. 9. Februar in Mörs (Deutschland), Ausländer. Hochsch.: Univ. Bonn und Heidelberg. Lektor der deutschen Sprache 1892—1898. Lebt in Riga.

50. Dauge, Paul, vide pag. XXIX.

51. Buddé, Theodor, Ing.-Technolog, geb. 19. Mai 1870. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Maschinenbaukunde 1893—1898, Dozent der angewandten Mechanik 1898—1899.

52. Döllen, Alexander, vide pag. XXX.

53. Mettig, Konstantin, cand. hist., geb. 20. Juli 1851 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der politischen und Kulturgeschichte 1896—1900. Lebt in Riga.

54. Moritz, Friedrich, geb. 25. Juni 1866 in Petersburg. Hochsch.: Univ. Dorpat und Akademie der Künste zu St. Petersburg. Zeichenlehrer 1896—1906. Lebt in Riga.

55. Rudzki, Thaddeus, Dr. phil., geb. 30. November 1871. Hochsch.: R. P. I. Dozent der höheren Mathematik und technischen Mechanik 1896—1900.

56. Scherwinsky, Max, geb. 1. November 1859 in Tilsit in Preussen. Hochsch.: Polytechnikum zu Stuttgart. Zeichenlehrer 1896—1900. Gest. 12. Juli 1909 in Stockholm.

57. Taube, Gustav, vide pag. XXXI.

1897—1902.

58. Kangro, Karl, vide pag. XXX.

59. Meder, Alfred, vide pag. XXX.

60. Centnerszwer, Meczyslaw, vide pag. XXIX.

61. Frese, Benedikt, cand. jur., geb. 15. Oktober 1866 in Dorpat. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent des Handels- und Landwirtschaftsrechts 1898—1901. Lebt in Jaroslawl.

62. Glasenapp, Karl Friedrich, vide pag. XXX.

63. v. Hedenström, Alfred, vide pag. XXX.

64. Jakubowski, Wladyslaw, vide pag. XXX.

65. Neumann, Wilhelm, Dr. phil., Mag. b.-a., geb. 5. Oktober/22. September 1849. Hochsch.: Kunstakademie zu St. Petersburg, Univ. Leipzig. Dozent der Kunstgeschichte 1899—1900. Lebt in Riga.

66. Birkhahn, Ernst, vide pag. XXIX.

67. Dannenberg, Hugo, vide pag. XXIX.

68. **Zawidzki, Jan**, Dr. phil., geb. 22. Dezember 1866 im Gouvernement Plozk. Hochsch.: R. P. I. Assistent für physikalische Chemie 1900 bis 1907, stellv. Dozent 1906—1907. Jetzt Professor in Lubljany (Galizien).
69. **Aristow, Alexei**, Protohierey, cand. theol., geb. 1. Oktober 1853 im Gouvernement Jaroslawl. Hochsch.: Geistliche Akademie in Kiew. Dozent der Theologie 1901—1909. Lebt in Reval.
70. **Zumft, Konstantin**, vide pag. XXXI.
71. **v. Zwingmann, Viktor**, cand. jur., geb. 16. Mai 1846 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent des Handels-, Wechsel- und Seerechts 1901—1904. Gest. 17. Nov. 1904 in Riga.

1902—1907.

72. **Bursian, Wilhelm**, vide pag. XXIX.
73. **v. Schilling, Karl**, vide pag. XXXI.
74. **Abolin, Emil**, Ing.-Technolog, geb. 9. Mai 1873. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Maschinenbau 1903—1905, Dozent für angewandte Mechanik und Hebemaschinen 1905—1907.
75. **Heintz, Karl**, vide pag. XXX.
76. **Szystowski, Meczyslaw**, Wegebauingenieur, aus dem Gouvernement Minsk. Dozent für Wasserbau 1903—1905.
77. **Haensell, Friedrich**, vide pag. XXX.
78. **Kupffer, Eduard**, vide pag. XXX.
79. **Milodrowski, Adam**, vide pag. XXXI.
80. **Seuberlich, Hermann**, vide pag. XXXI.
81. **Fröhlich, Emil**, vide pag. XXX.
82. **Treumann, Heinrich**, Bachelor of arts, geb. 2. Februar 1856 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat und Cambridge. Lektor der englischen Sprache 1905—1912. Gest. 5. Januar 1912 in Riga.
83. **Hackel, Oskar**, vide pag. XXX.
84. **Meyer, Rudolf**, vide pag. XXX.

1907—1912.

85. **Arronet, Walter**, vide pag. XXIX.
86. **Friesendorff, Ernst**, Zivilingenieur, geb. 28. Oktober 1873 in Minsk. Hochsch.: Institut der Zivilingenieure in St. Petersburg. Dozent für Baugesetze 1907—1910. Lebt in Riga.
87. **Jacoby, Edgar**, vide pag. XXX.
88. **Laube, Eugen**, vide pag. XXX.
89. **v. Antropoff, Andreas**, vide pag. XXXI.
90. **Fischer, Waldemar**, vide pag. XXX.
91. **v. Schrenk, Erich**, vide pag. XXXI.
92. **Pirang, Heinrich**, vide pag. XXXI.
93. **Ssinaisky, Michael**, vide pag. XXXI.
94. **Zimmermann, Rudolf**, vide pag. XXXI.

G. Assistenten seit 1896¹⁾,

chronologisch geordnet.

1896—1897.

1. Kupffer, Ottokar, Assistent für Landwirtschaft 1891—1898.
2. Ronczewski, Joseph, Ing.-Technolog. Assistent für mechanische Technologie 1894—1896.
3. Wedekind, Edgar, Dr. phil., Assistent für Chemie 1895—1899.
4. Grund, Johann, Assistent für Maschinenbau 1896—1897.
5. Guntrum, Hugo, Dr. phil., Assistent für Chemie 1896—1897.
6. Heubel, Konrad, Assistent für Maschinenbau 1896—1897.
7. Höpker, Julius, Assistent für Chemie 1896—1897.
8. Mengel, Peter, Ing.-Chemiker, Assistent für Chemie 1896—1899.

1897—1902.

9. Althoff, Ewald, Assistent für Physik 1897—1899.
10. Bernhard, Eugen, Dr. phil., Assistent für Chemie 1897—1899.
11. Czaplizki, Henrik, Assistent für technisches Zeichnen 1897—1898.
12. Korflür, Eduard, Assistent für technisches Zeichnen 1897—1898.
13. Pakis, Nikolai, Assistent für chemische Technologie 1897—1898.
14. Stilliger, Karl, Assistent für Maschinenbau 1897—1899.
15. Tief, Theophil, vide pag. XXXII.
16. Danilewsky, Alexander, Ing.-Technolog, Assistent für Chemie 1898—1902.
17. Hartmann, Hermann, vide pag. XXXII..
18. Nissen, Paul, Ing.-Chemiker, Assistent für Chemie 1898—1899.
19. Blumfeld, Fritz, Assistent für chemische Technologie 1899—1903.
20. v. Hedenström, August, Dr. phil., Assistent für Chemie 1899—1902.
21. v. Horlacher, Theodor, Dr. phil., Assistent für Chemie 1899—1900.
22. Koch, Reinhard, Dr. phil., Assistent für Chemie 1899—1901.
23. Luck, Alexander, Assistent für mechanische Technologie 1899—1901.
24. Prochanow, Johann, Assistent für Maschinenbau 1899—1901.
25. v. Wichert, Max, Agronom, Assistent für Landwirtschaft 1899—1908.
26. Steinbach, Nikolai, vide pag. XXXII.
27. Zawidzki, Jan, vide pag. XXIII.
28. Preedit, Johann, Ing.-Technolog, Assistent für Chemie 1900—1908.
Gest. 1908 in Riga.

1902—1907.

29. Wolokitin, Arkadius, Ing.-Technolog, Assistent für Chemie 1902—1907.
30. Körber, Udo, Ing.-Technolog, Assistent für chemische Technologie 1903—1906.

¹⁾ Die Liste beginnt mit dem Augenblick der Reorganisation.

31. Oechslen, Robert, Dr. phil., Assistent für Chemie 1903—1906.
32. Buchholtz, Alwill, vide pag. XXXI.
33. Pfaff, Karl, Assistent für Physik 1904—1906.
34. Fröhlich, Emil, vide pag. XXX.
35. Lantzky, Otto, vide pag. XXXII.
36. Schmähling, Georg, Ing.-Technolog, Assistent für organische Chemie 1903—1906, für chemische Technologie 1906—1909.
37. Suschkow, Wjaceslaw, Ing.-Technolog, Assistent für angewandte Mechanik 1905—1907.
38. Basarewski, Stephan, vide pag. XXXI.
39. Bertschy, Guido, vide pag. XXXI.
40. Clark, Bruno, vide pag. XXXII.
41. Teletow, Johann, Dr. phil., Assistent für Chemie 1906—1909.

1907—1912.

42. Ferle, Friedrich, vide pag. XXXII.
43. Krause, Karl, vide pag. XXXII.
44. Schieler, Rudolf, Ing.-Techn., Assistent für angewandte Mechanik 1907—1911.
45. v. Antropoff, Andreas, vide pag. XXIX.
46. Eegriwe, Edwin, vide pag. XXXII.
47. Fischer, Waldemar, vide pag. XXX.
48. Malyschew, Alexander, Ing.-Technolog, Assistent für angewandte Mechanik 1908—1910.
49. Pohl, Karl, vide pag. XXXII.
50. Ballod, Artur, Ing.-Technolog, Assistent für Chemie 1909—1911.
51. Grünberg, Paul, vide pag. XXXII.
52. Kleinenberg, Emil, vide pag. XXXII.
53. Krämer, Edgar, Ing.-Technolog, Assistent für angewandte Mechanik 1909—1911.
54. Wencilides, Woldemar, vide pag. XXXII.
55. Aristow, Boris, vide pag. XXXI.
56. Hunchen, Ludwig, vide pag. XXXII.
57. Mikutowicz, Adam, Ing.-Technolog, Assistent für mechanische Technologie 1910—1911.
58. Didebulidze, Alexander, vide pag. XXXII.
59. Kalning, Jakob, vide pag. XXXII.
60. Neumann, Alfons, vide pag. XXXII.
61. v. Westermann, Herbert, vide pag. XXXII.
62. Deubner, Wilhelm, vide pag. XXXII.

H. Gegenwärtiger Bestand des Lehrkörpers.

I. Professoren.

1. v. Bergmann, Eugen, Dr. et Mag. oec. pol., geb. 3. September 1857 in Odessa. Hochsch.: Univ. Tübingen. Dozent der Nationalökonomie 1897—1899, Adj.-Professor 1899—1900, Professor seit 1900, Dekan der Handelsabteilung seit 1900.
2. Berlow, Michael, Ing.-Technolog, geb. 22. Mai 1867 im Gouvernement Cherson. Hochsch.: Technologisches Institut zu St. Petersburg und Liège. Assistent für angewandte Mechanik 1897—1898, Dozent 1898—1899, Adj.-Professor 1899—1904, Professor seit 1904.
3. Blacher, Karl, Ing.-Technolog, geb. 26. November 1867 in Reval. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Chemie 1894—1895, Dozent für chemische Technologie 1897—1899, Adj.-Professor 1899—1906, Professor seit 1906.
4. Bohl, Piers, Doktor der angewandten Mathematik, geb. 11. Oktober 1865 in Walk, Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der höheren Mathematik 1895—1896, Adj.-Professor 1896—1901, Professor seit 1901.
5. Bucholtz, Fedor, Dr. botan., geb. 17. Oktober in Warschau. Hochsch.: Univ. Moskau. Dozent für Botanik und Zoologie 1897—1903, Adj.-Professor 1903—1907, Professor der Botanik und Pflanzenphysiologie seit 1907, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung seit 1912, Vize-direktor seit 1910.
6. Clark, Charles, Ing.-Technolog, geb. 19. Mai 1867 in Riga, englischer Untertan. Hochsch.: R. P. I. Dozent der angewandten Mechanik 1898—1899, Adj.-Professor 1899—1902, Professor seit 1902, Dekan der mechanischen Abteilung seit 1905.
7. v. Denffer, Paul, Ing.-Technolog, geb. 18. Oktober 1871 in Mitau. Hochsch.: R. P. I. Adj.-Professor der mechanischen Technologie 1899—1906, Professor seit 1906.
8. Doss, Bruno, Dr. phil., geb. 1. November/20. Oktober 1861 in Sachsen, Ausländer. Hochsch.: Univ. München und Leipzig. Dozent für Mineralogie und Geologie 1889—1897, Adj.-Professor 1897—1900, Professor seit 1900.
9. Glasenapp, Maximilian, Prof. emer., geb. 9. Juni 1845 in Kurland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Chemie 1870—1873, Dozent für chemische Technologie 1873—1878, Professor 1878—1910, Dozent seit 1910; Dekan der chemischen Abteilung 1882—1906.
10. Hennig, Richard, Dr. phil., geb. 15./2. April 1861 bei Leipzig, Ausländer. Hochsch.: Polytechnikum in Dresden und Univ. Würz-

- burg. Dozent der technischen Mechanik und höheren Mathematik 1890—1896, Adj.-Professor 1896—1901, Professor der technischen Mechanik seit 1901.
11. Hoffmann, Otto, Ing.-Architekt, geb. 23. September 1866 in Estland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für darstellende Geometrie und Baukonstruktionsübungen 1892—1894, Dozent für Baumaterialienkunde und Statik des Hochbaues 1894—1896, Adj.-Professor der Baukonstruktionslehre 1896—1902, Professor seit 1902, Dekan der Architektenabteilung 1905—1906, Vizedirektor 1906—1910.
12. Jensch, Arnold, Zivilingenieur, geb. 1. August 1866 im Gouvernement Kalisch. Hochsch.: Institut der Zivilingenieure zu St. Petersburg. Adj.-Professor der Ingenieurwissenschaften 1905—1907, Professor seit 1907.
13. Kirstein, Gustav, Ing.-Architekt, Prof. emer., geb. 30. 17. September 1851 in Berlin, Ausländer. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Baukonstruktionsübungen 1875—1879, Privatdozent für Brückenbau 1879—1880, Dozent der landwirtschaftlichen Baulehre und für Fabrikanlagen 1880 bis 1896, Adj.-Professor 1896—1900, Professor der Baulehre seit 1900.
14. v. Knieriem, Woldemar, Dr. phil. et agron., Prof. emer., geb. 1. August 1849 in Livland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Professor der Landwirtschaft seit 1880, Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung 1903 bis 1906, Direktor seit 1906.
15. Ozmidoff, Nikolai, Prof. emer., geb. 14. Dezember 1850 in Bessarabien. Hochsch.: Polytechnikum zu Zürich. Dozent für Ingenieurwissenschaften 1884—1898, Adj.-Professor der Elektrotechnik 1898 bis 1906, Professor seit 1906.
16. Schimansky, Stephan, Ing.-Technolog, geb. 23. Dezember 1867 in Charkow. Hochsch.: R. P. I. Assistent für analytische Chemie 1897 bis 1898, Dozent der chemischen Technologie 1899—1906, Adj.-Professor 1906—1911, Professor seit 1911.
17. Schwartz, Gregor, Bauingenieur, geb. 22. Juli 1860 in Lodz. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Ingenieurfächer 1885—1886, Professor seit 1898, Vizedirektor 1903—1906.
18. v. Stryk, Wilhelm, Ing.-Architekt, geb. 24. Januar 1864 in Dorpat. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Hochbau 1897—1898, Adj.-Professor 1898—1903, Professor seit 1903, Dekan der Architektenabteilung seit 1906.
19. Trey, Heinrich, Dr. phil. et chem., Prof. emer., geb. 8. Oktober 1851 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent für analytische Chemie 1879—1885, Privatdozent 1885—1887, Dozent 1887—1896, Adj.-Professor der Chemie 1896—1903, Professor seit 1903.

20. Walden, Paul, Dr. phil. et chem., ord. Mitglied d. Akademie d. Wissenschaft., geb. 14. Juli 1863 in Livland. Hochsch.: R. P. I. Vortragsassistent für Physik 1885—1887, Assistent für Chemie 1887—1892, Dozent der physikalischen Chemie 1892—1894, Professor der analytischen und physikalischen Chemie seit 1894. Dekan der chemischen Abteilung seit 1906. Direktor 1902—1905.
21. Witlich, Michael, Ing.-Technolog, geb. 29. September 1866 in Estland. Hochsch.: R. P. I. Adj.-Professor der chemischen Technologie 1905—1909, Professor seit 1909.
22. Wodziński, Benedikt, Bauingenieur, geb. 9. Oktober 1859 im Gouvernement Warschau. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Brückenbau, Baumechanik und Eisenbahnbau 1891—1894, Professor der Ingenieurwissenschaften seit 1894. Dekan der Ingenieurabteilung seit 1902, Vizedirektor 1897—1903.

II. Adjunkt-Professoren.

1. Britzke, Erhard, Ing.-Technolog, geb. 8. Januar 1877 im Gouvernement Saratow. Hochsch.: R. P. I. Dozent der chemischen Technologie 1906—1910, Adj.-Professor seit 1910.
2. Buschmann, Arnold, Agronom, geb. 26. November 1873 in Estland. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Kulturtechnik und landwirtschaftliche Fächer 1903—1911, Adj.-Professor der Landwirtschaft seit 1911.
3. Ehrenfeucht, Viktor, geb. 4. November 1864 im Gouvernement Kowno. Hochsch.: Univ. Warschau. Adj.-Professor der Geodäsie seit 1907.
4. Feldweg, Reinhold, Ing.-Technolog, geb. 22. Januar 1874 in Lodz. Hochsch.: R. P. I. Dozent der angewandten Mechanik 1905—1908, Adj.-Professor seit 1908.
5. Keldysch, Wsewolod, Bauingenieur, geb. 13. Juni 1878 in Wladikawkas. Hochsch.: R. P. I. Adj.-Professor der Ingenieurwissenschaften seit 1911.
6. Kupffer, Karl Reinhold, cand. mathem., Magd. botan., geb. 13. März 1872 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent für Mikroskopie 1894—1896, Assistent für darstellende Geometrie 1894 bis 1896, Dozent der darstellenden Geometrie 1896—1905, Adj.-Professor seit 1905.
7. Lutz, Oskar, Dr. phil., Mag. chem., geb. 10. April 1871 in Livland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Chemie 1894—1898, Dozent der analytischen Chemie 1898—1908, Adj.-Professor der Chemie seit 1908.
8. Pflaum, Hermann, Dr. phil., geb. 15. Juni 1862 in Petersburg. Hochsch.: Univ. Dorpat. Adj.-Professor der Physik seit 1906.

9. Poncet de Sandon, geb. 5. November 1861 im Gouvernement Poldolien. Hochsch.: Forstinstitut zu St. Petersburg. Dozent für Forstwirtschaft 1904—1907, Adj.-Professor seit 1907.
10. Baron Rosen, Gerhard, geb. 27. September 1856 in Estland. Hochsch.: Akademie der Künste in St. Petersburg. Zeichenlehrer 1896—1901, Dozent für Freihandzeichnen 1901—1911, Adj.-Professor seit 1911.
11. Schiemann, Nikolai, Ing.-Technolog, geb. 17. November 1865 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Adj.-Professor der angewandten Mechanik seit 1906.
12. Schneider, Guido, Dr. phil., Mag. zool., geb. 30. September 1866 in Reval. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Zoologie 1907 bis 1911. Adj.-Professor seit 1911.
13. Stegmann, Percival, Dr. phil., geb. 22. September 1868 in Kurland. Hochsch.: R. P. I. Dozent der Landwirtschaft 1903—1911, Adj.-Professor seit 1911.

III. Dozenten und Lektoren.

1. Amann, Friedrich, geb. 12. April 1856 in Gera, Deutschland. Lehrer der Kalligraphie 1888—1894 und seit 1895.
2. v. Antropoff, Andreas, Dr. phil., Magd. chem., geb. 4. August 1878 in Reval. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Chemie seit 1908, stellv. Dozent 1911—1912.
3. Arronet, Walter, Wegebauingenieur, geb. 11. August 1876 in Schaulen, Gouvernement Kowno. Hochsch.: Universität und Institut der Wegekommunikation in St. Petersburg. Dozent für Eisenbahnteleggraphie und Signalisierung seit 1907.
4. Birkhahn, Ernst, geb. 18. März 1872 in Livland. Hochsch.: R. P. I. Dozent der Buchführung seit 1900.
5. Bursian, Wilhelm, Agronom, geb. 8. November 1873 im Gouvernement Moskau. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Landwirtschaft 1902—1903, Dozent seit 1903.
6. Centnerszwer, Meczyslaw, Dr. phil., Mag. chem., geb. 5. Juli 1874 in Warschau. Hochsch.: Univ. Leipzig. Assistent für Chemie seit 1898, Dozent der enzyklopädischen Physik seit 1904 und der physikalischen Chemie seit 1908.
7. Dannenberg, Hugo, cand. philol., geb. 20. Oktober 1855 in Kurland. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Kunstgeschichte seit 1900.
8. Dauge, Paul, Ing.-Technolog, geb. 2. Dezember 1866 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Hilfsassistent der Chemie 1892—1894, Assistent 1894—1908, Dozent der analytischen Chemie seit 1908.

9. Döllen, Alexander, geb. 25. Oktober 1854 in Kurland. Hochsch.: Univ. Tübingen. Dozent der Buchführung seit 1896.
10. Dubois, Lucien, Baccalaure-és-lettres, geb. 2. Juli/19. Juni 1843 im Kanton Neuchâtel in der Schweiz, Schweizer Bürger. Hochsch.: Strassburg. Lektor der französischen Sprache seit 1889.
11. Fischer, Waldemar, Dr. phil., Magd. chem., geb. 23. Januar 1881 im Gouvernement Moskau. Hochsch.: R. P. I. Assistent am analytischen Laboratorium seit 1908, stellv. Dozent für Chemie 1911—1912.
12. Fröhlich, Emil, Dr. rer. nat., Magd. chem., geb. 24. Mai 1876 in Pernaü. Hochsch.: R. P. I. Assistent am synthetischen Laboratorium seit 1905, stellv. Dozent für Chemie 1911—1912.
13. Glasenapp, Karl Friedrich, Kandidat der vergleichenden Sprachforschung, geb. 21. September 1847 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Lektor der deutschen Sprache seit 1898.
14. Hackel, Oskar, Bauingenieur, geb. 15. Juli 1864 in Moskau. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Ingenieurwissenschaften seit 1906.
15. Haensell, Friedrich, cand. hist., Magd. der Geographie und Statistik, geb. 13. Juni 1876 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent für Statistik und Handelsgeschichte seit 1904.
16. v. Hedenström, Alfred, Dr. phil., cand. hist., geb. 21. August 1869 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent der Geschichte und Geographie seit 1898.
17. Heintz, Karl, Ing.-Techn., geb. 5. Juli 1876 in St. Petersburg. Hochsch.: R. P. I. Assistent für angewandte Mechanik 1903 - 1904, Dozent seit 1906.
18. Jacoby, Edgar ¹⁾, Bauingenieur, geb. 20. Februar 1887 in Reval. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Wasserbau seit 1907.
19. Jakubowski, Wladyslaw, geb. 13. Dezember 1866 in Kiew. Hochsch.: Univ. Kiew. Lektor der russischen Sprache seit 1899.
20. Kangro, Karl, Mag. vet., geb. 6. Juni 1862 in Dorpat. Hochsch.: Veterinärinstitut zu Dorpat. Dozent der Tierheilkunde seit 1897.
21. Kupffer, Eduard, Ing.-Architekt, geb. 22. Juni 1873 in Bessarabien. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Architektur 1904—1905, Dozent für Hochbau seit 1905.
22. Laube, Eugen, Ing.-Architekt, geb. 13. Mai 1880 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Dozent für Architektur seit 1907.
23. Meder, Alfred, Magd. mathem., geb. 19. Sept. 1873 in Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assist. für höhere Mathem. 1897—1899, Dozent seit 1898.
24. Meyer, Rudolf, Magd. der Meteorologie und physikalischen Geographie, geb. 11. August 1880 bei Riga. Hochsch.: Univ. Dorpat. Assistent für Physik seit 1906, Dozent der Meteorologie seit 1908.

¹⁾ Vom Lehrkomitee zum Adj.-Prof. gewählt, aber noch nicht bestätigt.

25. Milodrowski, Adam, Ing.-Technolog, geb. 8. August 1872 in Warschau. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für Mechanik 1904—1906, Dozent der mechanischen Technologie seit 1906.
26. Pirang, Heinrich, Ing.-Architekt, geb. 10. Oktober 1876 in Riga. Hochsch.: **R. P. I.** Dozent der Architektur seit 1910.
27. v. Schilling, Karl, geb. 30. April 1873 in Mitau. Hochsch.: Univ. Moskau. Dozent der Gesetzeskunde und des Handels- und Landwirtschaftsrechts seit 1902.
28. v. Schrenk, Erich, Mag. theol., geb. 17. August 1869 in St. Petersburg. Hochsch.: Univ. Dorpat. Lektor der deutschen Sprache seit 1908.
29. Seuberlich, Hermann, Ing.-Architekt, geb. 23. Februar 1878 in Kurland. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent der Architektur 1904—1908, Dozent seit 1908.
30. Ssinaisky, Michael, Protohierej, cand. theol., geb. 8. November 1853 im Gouvernement Orel. Hochsch.: Geistliche Akademie in St. Petersburg. Dozent der Theologie seit 1911.
31. Taube, Gustav, Ing.-Technolog, geb. 1. Februar 1870 in Riga. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für mechanische Technologie und technisches Zeichnen 1896—1899, 1901—1905, Dozent der landwirtschaftlichen Maschinenkunde und mechanischen Technologie seit 1905.
32. v. Westermann, Hermann, cand. mathem., geb. 23. Juni 1842 in Mitau. Hochsch.: Univ. Dorpat. Lehrer der Mathematik und Vorstand an der Vorschule 1872—1892, Dozent der kaufmännischen Arithmetik und der darstellenden Geometrie seit 1892.
33. Zimmermann, Rudolf, Dr. phil., geb. 31. Dezember 1877 in Riga. Hochsch.: Univ. Königsberg. Lektor der englischen Sprache seit 1912.
34. Zumft, Konstantin, cand. mathem., geb. 17. August 1869 im Gouvernement Kowno. Hochsch.: Univ. Dorpat. Dozent für kaufmännische Arithmetik seit 1901.

IV. Assistenten.

v. Antropoff, Andreas, s. XXIX.

1. Aristow, Boris, Ing.-Technolog, geb. 23. Juni 1886 in Riga. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für angewandte Mechanik seit 1910.
2. Basarewski, Stephan¹⁾, Dr. phil., Magd. agron., geb. 25. November 1871 in Wilna. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für biologische und landwirtschaftliche Fächer 1906—1907 und seit 1909.
3. Bertschy, Guido, Ing.-Architekt, geb. 7. Januar 1878 in Libau. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für Hochbau seit 1906.
4. Buchholtz, Alwill, Bauingenieur, geb. 22. Oktober 1880 in Livland. Hochsch.: **R. P. I.** Assistent für Ingenieurfächer seit 1904.

¹⁾ Vom Lehrkomitee zum Dozenten gewählt, aber noch nicht bestätigt.

5. Clark, Bruno, Ing.-Technolog, geb. 3. März 1879 in Riga, englischer Untertan. Hochsch.: R. P. I. Assistent für technisches Zeichnen und darstellende Geometrie 1906 – 1909, Assistent für angewandte Mechanik seit 1911.
6. Deubner, Wilhelm. Ing.-Technolog, geb. 20. März 1881 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für synthetische Chemie seit 1912.
7. Didebulidze, Alexander, Ing.-Technolog, geb. 14. Dezember 1882 in Tiflis. Hochsch. R. P. I. Assistent für Elektrotechnik seit 1911.
8. Eegriwe, Edwin, Ing.-Technolog, geb. 16. Mai 1878 in Mitau. Hochsch.: R. P. I. Assistent für analytische Chemie seit 1908.
9. Ferle, Friedrich¹⁾, Agronom, geb. 17. April 1877 bei Riga. Hochsch.: R. P. I. Hilfsassistent für Mikroskopie und botanische Übungen seit 1907.
- Fischer, Waldemar, s. XXX.
- Fröhlich, Emil, s. XXX.
10. Grünberg, Paul, Ing.-Technolog, geb. 8. April 1883 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für chemische Technologie seit 1909.
11. Hartmann, Hermann, Ing.-Architekt, geb. 11. Januar 1869 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Architektur seit 1898.
12. Hunchen, Ludwig, Ing.-Technolog, geb. 10. Oktober 1880 in Kurland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Elektrotechnik seit 1910.
13. Kalning, Jakob, Ing.-Technolog, geb. 1. März 1882 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für angewandte Mechanik seit 1911.
14. Kleinenberg, Emil, Bauingenieur, geb. 24. März 1878 in Tuckum, Kurland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Brückenbau seit 1909.
15. Krause, Karl, Ing.-Technolog, geb. 19. Dezember 1872 in Petersburg. Hochsch.: R. P. I. Assistent für chemische Technologie seit 1907.
16. Lantzky, Otto, Ing.-Architekt, geb. 19. Juni 1875 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Baukonstruktionen seit 1905.
17. Neumann, Alfons, Ing.-Technolog, geb. 16. Mai 1886 in Bjelostok. Hochsch.: R. P. I. Assistent für angewandte Mechanik seit 1911.
18. Pohl, Karl, Agronom, geb. 23. Oktober 1877 in Wenden, Livland. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Landwirtschaft seit 1908.
19. Steinbach, Nikolai, Ing.-Chemiker, geb. 1. Januar 1866 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für analytische Chemie seit 1899.
20. Tief, Theophil, Ing.-Architekt, geb. 13. Dezember 1865 im Gouvernement Kowno. Hochsch.: R. P. I. Assistent für Baukonstruktionen seit 1897.
21. Wencelides, Woldemar, Ing.-Technolog, geb. 31. Januar 1882 in St. Petersburg. Hochsch.: R. P. I. Assistent für angewandte Mechanik seit 1909.
22. v. Westermann, Herbert, Ing.-Technolog, geb. 18. Oktober 1886 in Riga. Hochsch.: R. P. I. Assistent für darstellende Geometrie 1907 bis 1911, für mechanische Technologie seit 1911.

1) Vom Lehrkomitee zum Dozenten gewählt, aber noch nicht bestätigt.

Bestand des Lehrpersonals.

1886/1887.

Absolventen von	Poly- technikum zu Riga		Dorpat		Inner- russischen Hochschulen		Aus- ländischen Hochschulen		Summa Zahl
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	
Professoren ¹⁾ . . .	1	5,8	6	35,5	—	—	10	58,7	17
Dozenten und Lektoren ²⁾ . . .	2	11,1	9	50	2	11,1	5	27,8	20 (18+2) ³⁾
Summa . . .	3	8,6	15	42,9	2	5,6	15	42,9	37 (35+2)

1897/1898⁴⁾.

Professoren . . .	2	14,3	4	25,5	1	7,3	7	50	14
Adj.-Professoren .	3	33,3	3	33,3	—	—	3	33,3	9
Dozenten (Lektoren) ⁵⁾	3	13,2	8	34,7	4	17,4	8	34,7	23
Summa . . .	8	17,4	15	32,6	5	10,9	18	39	46

1905/1906⁶⁾.

Professoren	10	50	3	15	1 ⁷⁾	5	6	30	20
Adj.-Professoren .	5	50	1	10	3	30	1	10	10
Dozenten und Lektoren	12	37,5	11	34,4	6	18,7	3	9,4	32
Assistenten	17	89,5	1	5,25	—	—	1	5,25	19
Summa . . .	44	54,3	16	19,8	10	12,3	11	13,6	81

1911/1912.

Professoren	12	54,6	3	13,6	3	13,6	4	18,2	22
Adj.-Professoren .	7	54	3	23	3	23	—	—	13
Dozenten und Lektoren	14	42,4	12	36,4	4	12,1	3	9,1	33
Assistenten	22	100	—	—	—	—	—	—	22
Summa . . .	55	61,1	18	20	10	11,1	7	7,8	90

1) Adjunkt-Professoren waren damals nicht vorgesehen. 2) Die Daten über die Assistenten lassen sich nicht mehr genau auffinden. 3) Von zweien Dozenten sind die Daten nicht vorhanden. 4) Dieses Jahr ist statt 1896/1897 gewählt, da erst hier die meisten Bestätigungen im Amt erfolgten. 5) Wie oben Anm. 2. 6) Entnommen der Kupfferschen Schrift, I. c. p. 8. 7) Hat auch eine ausländische Hochschule absolviert.

Die oben angeführten Verzeichnisse sind durchaus nicht als vollständig anzusehen, da sie nur aus vorhandenem Aktenmaterial des Verwaltungsrates und der Kanzlei des Direktors mit Hinzunahme einiger Daten aus dem Dörptschen Album academicum entnommen sind. Der kurzen Zeit wegen konnten nur wenig persönliche Erkundigungen eingezogen werden. Allen denen, welche mich beim Sammeln der Daten unterstützt haben, besonders Herrn Dozenten A. Döllen, sage ich hiermit meinen besten Dank.

Es sei gestattet, hier nur auf einige Tatsachen aufmerksam zu machen, welche beim Durchblättern des chronologischen Personalverzeichnisses in die Augen fallen.

Von den Mitbegründern des Polytechnikums im Oktober 1862 ist kein Professor mehr am Leben. Der älteste im Auslande lebende Professor (seit 1866) wird wohl Prof. Dr. Laspeyres in Giessen sein.

Von den Professoren, welche in den ersten 25 Jahren des Bestehens unseres Polytechnikums als solche im Amte gewesen, oder erst später Professoren wurden, sind von 41 Personen noch 20 am Leben; von diesen sind 7 noch jetzt Professoren am Polytechnikum. Unter letzteren ist wieder Prof. emer. M. Glasenapp der älteste (seit 1870).

Genauere Daten über die noch lebenden Dozenten und Lektoren der ersten 25 Jahre liessen sich nicht feststellen. Als ältester Lektor, der auch an der Gründung im Oktober 1862 teilgenommen hat, ist der in Riga lebende pensionierte Staatsrat K. Haller anzusehen. Unter den noch funktionierenden Dozenten nimmt Hermann v. Westermann (seit 1872) die erste Stelle ein.

Was die Zusammensetzung des Lehrpersonals im Laufe der 50 Jahre anbetrifft, so hat sie sich sehr geändert. Anfangs waren natürlich viele Professoren und Dozenten Ausländer und Absolventen ausländischer Hochschulen. Für die allmähliche Veränderung zugunsten der Inländer, resp. Absolventen des Rigaschen Polytechnikums gibt die Tabelle auf S. XXXIII Aufschluss, die ohne weitere Erklärung verständlich sein wird. Die Jahre sind folgendermassen gewählt: 1 — am Schluss der ersten 25 Jahre, 2 — nach der Reorganisation des Polytechnischen Instituts, 3 — im Revolutionsjahre 4 — am Schlusse der ersten 50 Jahre.

III. Frequenz der Studierenden.

Die beständig steigende Frequenz der Studierenden, welche Schritt hält mit dem Wachsen des Lehrkörpers und der Räumlichkeiten, wird aus Tabelle I sichtbar, deren Zahlen nach vorhandenem Aktenmaterial von Herrn Dozenten A. Dölln sorgfältigst zusammengestellt sind. Zur Erläuterung diene noch folgendes: In der Gesamtsumme der nunmehr über 10000 immatrikulierten Studenten sind die ehemaligen Vorschüler, welche meistens später auch Polytechniker wurden, mit inbegriffen. Im ganzen sind es 731 Vorschüler gewesen, deren Verteilung auf die einzelnen Jahre aus der ersten Rubrik dieser Tabelle ersichtlich ist. 1892 wurde die Vorschule, als nicht mehr notwendige Anstalt, geschlossen. Die Verteilung der Studenten auf die einzelnen Abteilungen ist durch die graphische Tabelle IIa nochmals für die letzten 25 Jahre wiedergegeben worden. Aus ihr sind die Schwankungen in den Abteilungen ohne weiteres ersichtlich. In allen Abteilungen ist ein bedeutender Zustrom in den Jahren 1900 bis 1902 zu finden, worauf ein rasches Sinken begann, erklärlich einerseits durch die Gründung in dieser Zeit anderer polytechnischer Hochschulen im Reich, andererseits auch durch die beginnenden Studentenunruhen im Jahre 1902. Die allgemeine Frequenzkurve, welche diese Erscheinung noch besser wiedergibt, ist auf der graphischen Tabelle IIb (die obere Linie) dargestellt worden. Ferner ist ein naturgemässes rapides Fallen der Frequenzkurve im Jahre 1905—1907 zu verzeichnen, als die erneuten Studentenunruhen und die Revolution ausbrach. Nach der Revolution haben sich besonders die mechanische, Handels- und landwirtschaftliche Abteilung wieder bedeutend gehoben, während die chemische und Architektenabteilung bei der ursprünglichen Frequenz stehen geblieben sind; dagegen zeigt die Ingenieurabteilung, welche in den Jahren 1897—1905, wohl unter dem Einfluss der grossen Eisenbahnbauten in Sibirien, stark in die Höhe gegangen war, eine stark fallende Tendenz. In ausserordentlich rascher Steigung begriffen ist augenblicklich die landwirtschaftliche Abteilung, was ebenfalls durch die grosse Nachfrage nach Agronomen für die Agrarreformen in Russland zu erklären ist.

Die graphische Tabelle IIb enthält ferner eine Verteilung der Polytechniker auf die einzelnen Konfessionen. Diese Zusammenstellung, welche sich leider nur für die letzten 30 Jahre machen liess, hat insofern ein grösseres Interesse, als aus ihr nicht nur die Konfessionsverteilung, sondern auch die Herkunft der Studierenden einigermaßen zu ersehen ist. Da in den letzten Jahren die Rechenschaftsberichte über die Herkunft unserer Studierenden in anderer Weise zusammengestellt werden als früher, auch der Begriff der Herkunft nach Lehrbezirken oder Geburtsort nicht genau präzisiert ist, so musste eine solche Aufstellung leider unterbleiben.

Jedoch wird man keinen grossen Fehler begehen, wenn man annimmt, dass die zu evangelischen Konfessionen gehörigen Studierenden wohl fast alle den drei Ostseeprovinzen entstammen (Deutsche, Letten, Esten). Ihre Zahl ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Eine zuerst steigende, aber dann mit dem Jahre 1900/1901 wieder zurückgehende Tendenz zeigt sich bei den Griechisch-Orthodoxen. Da dieselben vorzugsweise aus den innerrussischen Gouvernements stammen, so sehen wir das beständige Steigen dieser Studierenden, beginnend mit der Einführung der russischen Unterrichtssprache bis zum Jahre 1900/1901, wo, wie schon oben erwähnt, die Polytechnischen Institute im Innern Russlands eröffnet wurden, die den Zustrom der innerrussischen Studenten wieder ablenkten. Die Katholiken -- zu ihnen gehören wohl meistens die Polen und Litauer aus dem Westgebiet, aus Litauen und dem Zartum Polen -- bleiben fast die ganze Zeit in der gleichen Anzahl. Die Hebräer haben in letzter Zeit unter dem Einfluss der Prozentnorm abgenommen; ihr relatives Maximum haben sie in der Zeitperiode von 1892—1896 gehabt.

Was den augenblicklichen Bestand der Studentenschaft und die Zahl der jährlichen Neuaufnahmen anbetrifft, so verteilen sich dieselben, geordnet nach Jahrgängen und Matrikelnummern, wie folgt:

im 1888/89 Studienjahre (131+28)	159*	Personen	Da Vorschüler u. Studierende mit fortlaufenden Matr.-Nr. versehen wurden, ist hier genaue Angabe nicht möglich.	Von diesen studieren noch:
" 1889/90	153	"		
" 1890/91	152	"		
" 1891/92	213	"		
" 1892/93	202	"		
" 1893/94	213	"	von Matr.-Nr. 4200—4412	1
" 1894/95	297	"	" 4413—4709	1
" 1895/96	288	"	" 4710—4997	8
" 1896/97	298	"	" 4998—5295	6
" 1897/98	256	"	" 5296—5551	7
" 1898/99	276	"	" 5552—5827	8
" 1899/1900	278	"	" 5828—6105	13
" 1900/01	434	"	" 6106—6539	21
" 1901/02	171	"	" 6540—6710	14
" 1902/03	217	"	" 6711—6927	20
" 1903/04	354	"	" 6928—7281	62
" 1904/05	353	"	" 7282—7634	76
" 1905/06	256	"	" 7635—7891	87
" 1906/07	347	"	" 7892—8238	167
" 1907/08	349	"	" 8239—8647	233
" 1908/09	307	"	" 8648—8954	219
" 1909/10	325	"	" 8955—9279	255
" 1910/11	300	"	" 9280—9579	256
" 1911/12	351	"	" 9580—9931	338
			Summa	1792

Diese Zahl ist am 15./II 1912 gewesen.

*) Eingeschlossen derjenigen, welche im Januar 1888 aufgenommen wurden.

IV. Die Absolventen.

Aus Tabelle I ist ohne weiteres zu ersehen, wie die Zahl der Absolventen im Laufe der Zeit grösser geworden ist und wie sie sich auf die einzelnen Abteilungen verteilt. Die Maxima sind in der Tabelle fett gedruckt. Auch hier ist eine Steigerung bis zu den Revolutionsjahren zu sehen, dann ein naturgemässes rapides Fallen oder sogar Ausfall der Schlussprüfungen und augenblicklich wieder eine stetige Zunahme.

Von verschiedenen Seiten ist dem Polytechnischen Institut der Vorwurf gemacht worden, dass an demselben die Studiendauer (die programmässige, normale ist für Architekten, Ingenieure, Mechaniker, Chemiker — 5 Jahre, für Landwirte — 4 Jahre, für die Handelsabteilung — $3\frac{1}{2}$ Jahre) zu lang ist und in der Tat beweist dieses scheinbar die Tabelle auf S. XXXVI, in der noch mehrere stark bemooste Häupter aus dem vorigen Jahrhundert angeführt sind. In der Tagespresse¹⁾ ist die Vermutung ausgesprochen worden, dass an dieser Verzögerung der Studiendauer hauptsächlich die Überbürdung durch das nach der Reorganisation eingeführte Programm Schuld trägt und als Stütze für diese Behauptung war für die Jahre 1910/11 und 1911/12 die durchschnittliche Studiendauer in den einzelnen Abteilungen angegeben, berechnet auf Grund des Personalbestandes nach der Zeit zwischen Immatrikulation und Absolvierung des Staatsexamens der einzelnen Studierenden (Bruttostudiendauer). Die auf diese Weise gewonnenen Durchschnittszahlen sind aber, wie es sich erst nach sorgfältiger Prüfung feststellen lässt, hierfür nicht massgebend und die graphische Darstellung auf Tabelle III beweist, wie gross der Unterschied ist zwischen den Durchschnittszahlen, berechnet auf obenangeführte Weise (Bruttostudiendauer — obere Linie), und den Zahlen, die erhalten werden, wenn man die faktische Immatrikulationszeit berechnet, d. h. nach Abzug derjenigen Zeit, in welcher der betreffende Studierende überhaupt nicht immatrikuliert gewesen ist (Nettostudiendauer — untere Linie). Die Erscheinung der Studienunterbrechung ist an unserem Institut eine sehr gewöhnliche. Es sind Krankheit, Geldmangel, aber auch in den technischen Abteilungen nicht zum geringen die praktischen Arbeiten daran Schuld, welche die Studenten eben fähig machen, gleich nach Absolvieren der Hochschule bessere Anstellungen zu erhalten.

Auf Grund der in angegebener Weise ausgeführten Berechnung (Tabelle III) erhalten wir in den einzelnen Abteilungen in erwähnter Reihenfolge im Laufe der letzten 17 Jahre durchschnittlich 7,9; 8,0; 7,3; 7,2; 6,9; 5,5 Jahre für die Bruttostudiendauer und 6,8; 7,4; 6,9; 6,5; 5,9; 4,8 Jahre für die Nettostudiendauer²⁾. Bleiben wir bei letzteren Zahlen, als bei den

1) z. B. Rigasche Zeitung Nr. 187 vom 17./30. August 1911.

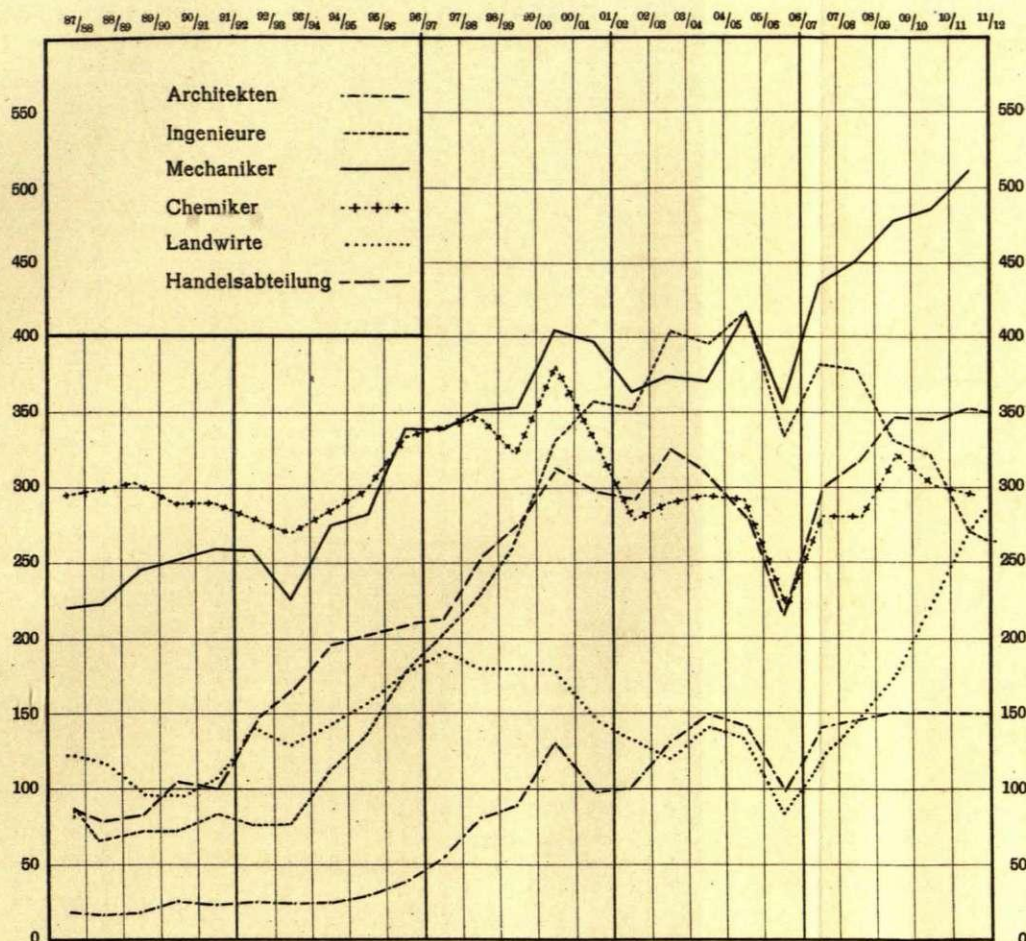
2) Auf Tab. III ist die Zeit in Semestern angegeben.

Verstorben:

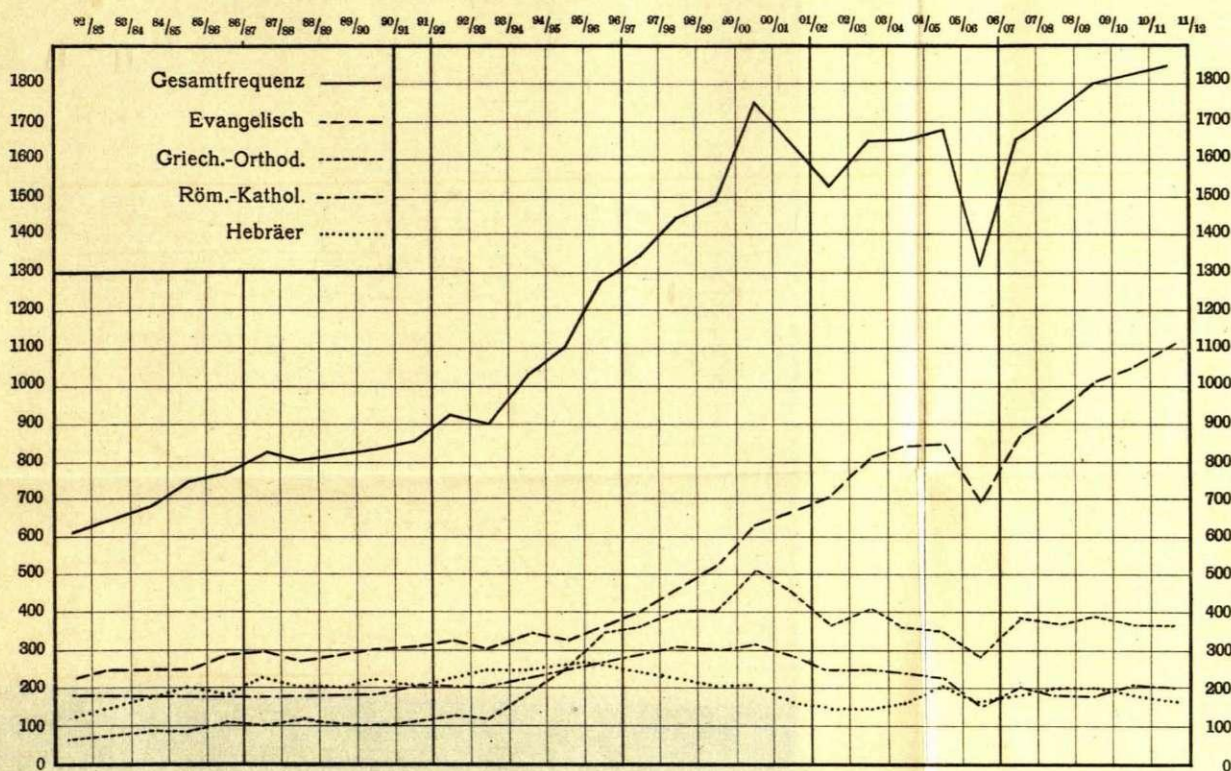
- 1) Dozent **Dannenberg**, vidi pag. XXIX. 7,
am 22. August 1912 in Riga.
- 2) Adj.-Prof. **Pflaum**, vidi pag. XXVIII. 8,
am 26. August 1912 in Segewold bei Riga.



Graphische Darstellung der Frequenz der Studierenden nach Abteilungen.



Obere Kurve — graphische Darstellung der Gesamtfrequenz.
 Untere Kurve — graphische Darstellung etc. nach Konfessionen.



Moderne Denkmalpflege.

Von Dozent H. Pirang.

In der Begriffswelt des modernen gebildeten Menschen nimmt der Entwicklungsgedanke eine hervorragende Stellung ein. Kein historisches, künstlerisches oder kulturgeschichtliches Phänomen kann in seiner vollen Bedeutung erfasst werden, ohne unter diesen entscheidenden Gesichtspunkt gebracht worden zu sein. Der Entwicklungsgedanke ist bekanntlich von den Naturwissenschaftlern aus der Gesetzmässigkeit aller biologischen Erscheinungen abgeleitet worden, hat aber späterhin auch bei anderen Disziplinen Anwendung gefunden. Diese Übertragung hat ausserordentlich befruchtend auf unsere allgemeine Weltanschauung gewirkt und unser Verständnis für den inneren organischen Zusammenhang der verschiedenen, aufeinander folgenden Kulturepochen wesentlich vertieft. Wir sind allmählich zur Überzeugung gelangt, dass keine Zeit neue Lebenswerte und Lebensformen unvermittelt hervorzubringen vermag. Eine „neue“ Kultur kann durch keine Macht der Erde plötzlich aus dem Boden gestampft werden, sondern es bedarf vieler Generationen und Jahrhunderte, um veraltete und überlebte Ausdrucksformen durch neue zu ersetzen. Wo nicht gewisse Vorbedingungen der Resonanz gegeben sind, kann durch äussere Gewalten höchstens das vorübergehende Gebilde einer wurzellockeren Oberflächenkultur entstehen, niemals jedoch lebenskräftige und entwicklungsfähige Charakterkultur. Diese hat das strenge Walten des Kontinuitätsprinzips zur Voraussetzung. Das heisst: alles neu Hervorgebrachte kann nur Bestand haben, sofern es an das Vergangene anknüpft, und ferner: was einmal war, kann nie wiederkehren. Jedes einmal Gewesene ist unersetzlich und bildet das unverrückbare Glied einer fortlaufenden Entwicklungskette.

Wenn es eine Zeit gegeben hat, wo man dieses Kontinuitätsprinzip durchbrechen und eine von den Fesseln der Überlieferung freie, „neue“ Zeit erhoffen zu dürfen glaubte, so war es die um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, das Zeitalter der grossen Erfindungen.

Im Jahre 1831 schrieb Thomas Carlyle: „Der Untergang des Alten ist verkündet und unwiderruflich, das Neue jedoch erscheint noch nicht an seiner Statt. Unsere Zeit liegt noch in den Geburtswehen um das

Neue.“ Es begann damals der beispiellose Siegeszug der modernen Technik, die in den Werdegang des Entwicklungsprozesses der gesamten Lebensgestaltung eine ungeahnte Tempobeschleunigung brachte und in den nächsten Jahrzehnten das Bild der äusseren und inneren Kultur radikal umgestaltete. In Stadt und Land drangen Industrie und Verkehr ein, vernichtend und niederreissend, was ihnen im Wege stand. Viele Jahrhunderte alte Bauten, Plätze, Strassen, ja ganze Stadtviertel wurden den neuen Götzen geopfert. Und es ist gewiss keine Übertreibung, wenn behauptet wird, dass die Verwüstungen des dreissigjährigen Krieges in Deutschland, beispielsweise, nicht annähernd so verheerend gewirkt haben, wie der rücksichtslose Utilitarismus der neuen Zeit.

Was waren die Folgen dieser ungeheuren Umwälzungen; war unsere Gegenwart imstande, für die zerstörten Alterswerte vollgültigen Ersatz zu bieten? Nein, zweifellos nicht!

Sehr bald trat die Reaktion ein. Zunächst mehrten sich die Klagen über den verflachenden Einfluss des Materialismus im „Maschinenzeitalter“, über den Verfall der geistigen Bildung. „So herrlich weit“ man es auch in der äusserlichen Zivilisation gebracht haben mochte, die neuen Ausdrucksformen erwiesen sich als Trugbilder, als Hohlformen ohne seelischen Inhalt. Scheinkultur und Protzenthum nahmen bedrohlich überhand. Nichts charakterisiert das Widerspruchsvolle und Unreife dieser Kultur überzeugender, als die Erscheinung, dass man den Vandalismus im Wegräumen wertvoller gotischer oder Renaissancebauten in älteren Stadtgebieten zulies, um sich nebenbei im modernen „Villenviertel“ wiederum gotische oder Renaissancepaläste aufzubauen. Diese erheuchelte Altertümelei ist für den tiefer Blickenden überaus bezeichnend. Sie beweist die Unselbständigkeit der modernen Kultur und das Vorhandensein gewisser Instinkte der Anschlussbedürftigkeit. Es bestätigt sich hier das oben erwähnte Kontinuitätsprinzip. Trotz der reichen Fülle unbegrenzter Möglichkeiten, die die neue Zeit in der modernen Technik darbietet, ist ein Verzicht auf die altüberlieferten Kulturgüter verhängnisvoll. Denn ein wirklicher Fortschritt ist ohne Pflege der Tradition undenkbar. Nach einem bekannten Ausspruch Bismarcks „ist es ein unermesslicher Schaden für ein Volk, wenn in ihm das lebendige Bewusstsein der Verbindung mit seiner Herkunft und seiner Vergangenheit erloschen ist“.

Gegen Ende des verflorbenen Jahrhunderts begann nun das Verständnis für die Bedeutung der Vergangenheit zuzunehmen. Das Interesse für die Denkmäler früherer Epochen wurde lebhafter, und allenthalben zeigte sich das dringende Bedürfnis nach geregelten Massnahmen zum Schutze der noch erhaltenen Zeugen der Vergangenheit.

Damit war der Boden vorbereitet, auf dem sich in unseren Tagen die Konstituierung einer grosszügig angelegten Organisation zur Pflege der

Denkmäler vollziehen konnte. Diese moderne Denkmalpflege soll bei dem scharfen Wettstreit zwischen Vergangenheit und Gegenwart vermittelnd eingreifen, sie soll gegenüber dem Kultus der Vergangenheit die Bedürfnisse der Gegenwart und die Hoffnungen der Zukunft zur Geltung bringen. Das ist die Grundtendenz der modernen organisierten Denkmalpflege.

Um das Wesen dieser wichtigen Organisation verstehen zu können, müssen wir etwas näher auf die früheren Versuche eingehen, denen ein der heutigen Denkmalpflege ähnliches Bestreben zugrunde lag.

Schon im frühen Altertum lassen sich die ersten Ansätze zu solchen Massnahmen nachweisen. Der oströmische Kaiser Valeus (364—78) erliess ein Edikt, nach dem die Aufsicht über die in Benutzung befindlichen öffentlichen Bauten aus früherer Zeit speziellen Beamten, den „tribuni“, übertragen wurde. Die in Verfall geratenen Bauwerke überliess man jedoch damals noch ihrem Schicksal. Erst hundert Jahre später verbot der weströmische Kaiser Majorianus (457—61) die Verwendung alter Bauruinen als Steinbrüche und verordnete den Zuwiderhandelnden strenge Strafen: Leuten aus den unteren Volksschichten sollten beide Hände abgehauen werden. Weiter sind uns aus dem Mittelalter und der Renaissancezeit obrigkeitliche Verfügungen bekannt, die der Erhaltung alter Monumente gelten sollten. Der bekannte Humanist auf dem Papstthron, Leo X., betraute im Jahre 1515 Raffael mit der Aufsicht über antike Marmorfunde¹⁾. In dieser bewussten Wertschätzung der antiken Baureste äussert sich zum erstenmal in der Geschichte der historische Sinn, auf dem auch die spätere Denkmalpflege basiert. Das Ziel, auf welches sie gerichtet ist, ist jedoch anderer Art. Der Römer fühlte sich als Enkel der Antike und erliess seine Schutzgesetze lediglich unter dem Gesichtspunkt des kanonischen Wertes der altklassischen Kunst. Ihm lag es daran, sich eine möglichst würdige Folie zu schaffen; seine Gesinnung war also eine rein egoistische.

Zwei Jahrhunderte später treffen wir in mehreren Kulturländern Denkmalschutzgesetze an, die bereits von einer tieferen Erkenntnis zeugen. So z. B. in Schweden, bezw. in Livland, das damals unter schwedischer Herrschaft stand²⁾. König Gustav II. Adolf (1611—32) berief zum Zwecke der Konservierung von in staatlichem Besitz befindlichen Denkmälern einen Antiquarius, — ein Posten, der sich im „Ricksantiquarius“ noch heute erhalten hat. 1666 wurde vom livländischen Generalgouverneur de la Gardie ein ganzes Antiquitätskollegium begründet und zum ersten Präses der livländische Landrat Georg von Stiernhielm ernannt. Es wurde ein „Königliches Plakat und Verordnung über die alten Monumente und Antiquitäten“ erlassen.

1) R. Brück, Denkmalpflege in Sachsen, 1910.

2) A. Feurereisen, Die Anfänge des Denkmalschutzes in Schweden und Livland, 1909.

im Reiche“ erlassen, auf dem auch die heutige diesbezügliche Verordnung in Schweden beruht. Es heisst am Schluss dieses Plakates: „Denn wir wollen, dass alle Kirchen und Klöster mit ihrem Zeug, Gerätschaft, Schmuck an Mauern und Fenstern, Malereien oder allerhand Inventar, das denkwürdig sein könnte, zugleich mit den Gräbern und Grabstellen der Verstorbenen in den Kirchen oder aussen auf den Kirchhöfen, die Pflege, Hegung und Sicherheit geniessen mögen, welche ihrer christlichen Stiftung, Brauch und Übung entspricht, so dass alle diese Sachen, so gering sie auch in irgend jemandes Augen scheinen könnten, wenn sie gleichwohl sich auf die Bestätigung oder das Andenken einer historischen Tat, Person, Ort oder Geschlecht beziehen, genau in acht und Schutz genommen werden und es keinem zugelassen werde, das Geringste davon zu vergeuden oder zu verderben.“

Diese fast „modern“ anmutenden Bestimmungen waren vor allem auf die Erhaltung kirchlicher Denkmäler gerichtet, also in Beziehung auf die Objekte einseitig. Denn fast zur selben Zeit werden Verfügungen erlassen, nach denen aus religionspolitischen Gründen bestimmte Denkmäler direkt vernichtet werden sollten. In einem Regierungspatent von 1630 heisst es, dass: „Kapellen und Kreuze, wo der Bauer mit heidnischen Opfern, Ablass und anderen Phataseien sein Wesen treibt, verboten sein und abgerissen werden sollen“. Ferner befiehlt ein Patent von 1693: „Die zu verdammlischem Aberglauben und zur Abgötterei dienenden Dinge, als: Kreuze, Haine oder Büsche, Bäume, Steine und dergl., niederzureissen, zu zerhauen, mit den Opfern zu verbrennen, zu vertilgen und auf alle dienliche Weise so auszurotten, dass nicht das geringste Mahlzeichen, so zum ferneren Aberglauben gebraucht werden könnte, übrigbleiben möge.“ Diese Bestimmungen sind übrigens auch in das russische Kirchengesetz übergegangen und bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts in Kraft geblieben. In der Kirchenvisitation für den Dörptschen Kreis von 1812 wird vorgeschrieben, dass „wüst liegende Kirchen und Kapellen wegzuschaffen oder doch nicht dem Aberglauben preiszugeben sind“. Auf eine bisher unbekannt gebliebene Tatsache weist Stadtarchivar A. Feuereisen hin, nämlich auf die offenbar aus strategischen Gründen von der schwedischen Regierung vorgeschriebene Demolierung von Burgruinen. 1699 befahl Graf Dahlberg als livländischer Generalgouverneur: „dass alle alte Schlösser im Lande demoliert und gantz der Erden gleich gemacht werden sollen. Da man nun dazu am füglichsten und besten wird gelangen können, wenn den Einwohnern frey gegeben wird, die noch übrigen Mauern abzureissen und die Steine zu ihrem Gebrauch wegzuführen, so habe solches dem H. Stathalter hiermit kund zu machen vor nötig erachtet, damit er denen, so sich solcher Mittel und Steine gebrauchen wollen, die Permission dazu geber könne“. Dass von dieser „Permission“ natürlich weitgehend Ge-

brauch gemacht wurde, bedarf keiner Bestätigung. Das können wir nur schmerzerfüllt konstatieren.

Mit dem Aufklärungszeitalter beginnt nun eine neue Epoche in der Entwicklung der Denkmalschutzfrage. Aus dem Ende des 18. Jahrhunderts ist uns ein überaus interessantes Gesetz erhalten geblieben, das von Alexander, Markgrafen zu Baireuth, 1780 erlassen wurde. Die Vorschrift lautet, dass „mit mehrerem Fleisse, als vormals, erstlich in Ansehung der Kirchen und Kapellen, dann anderer öffentlichen geistlichen und Schulgebäude, sowohl bei Reparir, als gänzlicher Einreissung derselben, sorgfältigst darauf gesehen werden soll, dass keinem Monument, es sey von Metall, Stein oder Holz, und bestehe in Grab oder anderen Steinen, wie aus hölzernen Tafeln, worauf Wappen oder Inschriften gegraben, gehauen oder gemahlt sind, kein Schade durch einige Zerschlagung, Abhauung, Durchlöcherung, Übertünchung, oder sonst auf andere Art zugefügt werde“. Vorstehende Verordnung wird sodann auf „öffentliche Gebäude, als: Schlösser, Amts- oder Rathäuser“, ausgedehnt. In diesem ersten Versuch einer systematischen Denkmalschutzverordnung finden wir die Haupttrichtlinien für die spätere Zeit überaus klar und zielbewusst angedeutet. Es werden Restaurierungsvorschriften gegeben, Strafbestimmungen eingeführt, es wird befohlen, „alle der totalen Destruktion verfallene Rudera“ zeichnerisch und protokollarisch aufzunehmen, um das ganze Material, das auf die Landesdenkmäler Bezug hat, in einem „Geheimen Archiv“ zu sammeln.

Ähnliche Gesetzerlasse erscheinen in mehreren Kulturstaaten um die vorige Jahrhundertwende. 1809 nimmt Dänemark eine Inventarisirung der Denkmäler vor und stellt sie unter gesetzlichen Schutz. 1834 folgt Griechenland mit einem Schutzgesetz für antike Denkmäler. Alle zu der Zeit bekannten, sowie auch die noch ungehobenen Schätze aus der altgriechischen Vorzeit wurden zum Nationalheiligtum des griechischen Volkes erklärt und dem Privatbesitz entzogen¹⁾. Ganz unter dem Eindruck der grossen philhellenischen Bewegung stehend, ignorierte dieses Gesetz die vielfach sehr wertvollen Denkmäler aus dem byzantinischen und türkischen Mittelalter vollkommen. Welche Bedeutung man damals schon diesem, auf streng nationaler Basis errichteten Gesetz beimass, erhellt daraus, dass es als ein selbständiges Kapitel in die Staatsverfassung aufgenommen wurde. Belgien schliesst sich 1835 der Denkmalschutzbewegung an und gründet eine „Commission royale des Monuments“. Ebenso 1840 Spanien. In Österreich wird die vortrefflich organisierte „Kaiserlich-königliche Zentralkommission für Kunst und historische Denkmale“ im Jahre 1850 gegründet. Der Zentralkommission wurden in den verschiedenen Provinzen Bezirksorgane unterstellt und für praktische Massnahmen zur Konservierung der Denk-

1) „Denkmalpflege“ (1899). P. Clemen, Denkmäler in Griechenland.

mäler jährlich grössere Beträge angewiesen. 1860 wird in Holland eine ähnliche Organisation, desgleichen 1868 eine in Bulgarien begründet. Fast alle Kulturstaaten Europas suchen um diese Zeit, ihren nationalen Besitz an erhaltenen Denkmälern der Vorzeit durch Reglementierung zu schützen, ausser den erwähnten noch Deutschland, Portugal, Frankreich, der Kirchenstaat u. a.

Auch Russland nahm wiederholten Anlauf, seine reichen und wertvollen Denkmäler zu sichern, jedoch bis zum heutigen Tage ohne positive Resultate. Schon Peter der Grosse wies in verschiedenen Ukasen auf die Notwendigkeit hin, die Altertümer zu sammeln und zu erhalten. „Въ монастыряхъ осмотръть и забрать древнія жалованныя грамоты и другія куріозныя письма, книги историческія рукописныя и печатныя, потребныя къ извѣстію.“ „Давать награду за найденныя необыкновенныя вещи, камень, кости, ружье, посуду, что зѣло старо и необыкновенно“ (1720)¹). Die Kaiserin Elisabeth befiehlt 1759 der Akademie der Wissenschaften Beschreibungen und Pläne der russischen Klöster einzureichen. Unter Katharina II. entstehen in Petersburg die „Kunstkammer“ und die „Eremitage“ als Sammelstätten für verschiedene Antiquitäten, auch werden umfangreichere Kirchenremonten vorgenommen. Die erste systematischer angelegte Inventarisierung sämtlicher im Russischen Reich belegenen alten Schlösser und Festungen begann Kaiser Nikolai I. 1826²). In den folgenden Jahren werden wiederholt strenge Verordnungen publiziert, nach denen die Vernichtung alter Baudenkmäler verboten und ihre Erhaltung den verschiedenen Institutionen zur Pflicht gemacht wird, so 1837, 1848, 1863, 1870. Aus den Akten der Regierungsorgane lässt sich ersehen, wie nachlässig diese Vorschriften erfüllt wurden. Auf eine 1869 erfolgte Enquête in bezug auf alte Baudenkmäler, die auf alle Gouvernements ausgedehnt wurde, reagierten 15 Gouverneure überhaupt nicht, und 17 Gouverneure teilten schriftlich offiziell mit, dass in den ihnen unterstellten Gouvernements sich überhaupt gar keine denkwürdigen Bauwerke befänden! Die ersten Versuche, eine, wenn auch nicht staatliche, so doch unter staatlichem Protektorat stehende Denkmalschutzorganisation zu kreieren, kommen in dem 1859 bestätigten Statut der Kaiserlichen Archäologischen Kommission zum Ausdruck. Der erste Archäologische Kongress in Moskau 1869 nimmt die Denkmalfrage vor. Es wird eine Kommission ernannt, die ein Gesetzprojekt ausarbeitet, welches jedoch 1876 von der Regierung abgelehnt wird. Im Jahre 1884 werden probeweise in 4 Gouvernements „Gelehrte Archivkommissionen“ begründet, deren Zahl heute

¹) Матеріалы по вопросу о сохраненіи древнихъ памятниковъ, собранныя И. Москвитинъ Археологическимъ Обществомъ. Москва 1911.

²) Druckvorlage für die Reichsduma. Министерство В. Д., 29 октября 1911. О мѣрахъ къ охраненію памятниковъ старины.

27 beträgt. Auch diesen Kommissionen sind teilweise denkmalpflegerische Funktionen übertragen. 1901 erging von dem Ministerium des Inneren aufs neue der Antrag, ein Verzeichnis der russischen Altertümer zusammenzustellen. Jedoch auch dieser Versuch zeitigte keine ernstern Resultate: das Zirkulär war nämlich an die „Gouverneure, Stadthauptmänner und Oberpolizeimeister“ gerichtet worden. Wenige Jahre später, 1904, trat aufs neue bei demselben Ministerium eine Kommission zusammen, die allgemeine Grundregeln für eine Denkmalschutzgesetzgebung aufstellte. An mehrere gelehrte Gesellschaften des Reiches, unter anderem auch an die Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde der Ostseeprovinzen, wurden diese Grundregeln mit der Bitte um Begutachtung versandt. Die genannte Gesellschaft entsprach ihr durch eine eingehende Darlegung der ganzen Frage (1906). Jedoch eine weitere Bearbeitung dieses Entwurfes seitens der Regierung unterblieb. Auf dem XIV. Archäologischen Kongress in Tschernigow (1909) wurde von Professor des Instituts der Zivilingenieure N. W. Ssultanow ein Antrag eingebracht, der Regierung seitens des gelehrten Komitees des Kongresses Vorschläge zur Durchführung einer Organisation für Denkmalpflege zu unterbreiten. Der Antrag wurde angenommen, leider aber verstarb der für die Sache der Denkmalpflege ausserordentlich verdienstvolle Autor bald nach Schluss des Kongresses, so dass auch dieser in vieler Hinsicht beachtenswerte Vorschlag von privater Seite nicht mit dem genügenden Nachdruck vertreten werden konnte. Eine neue Kommission des Ministeriums des Inneren trat 1910 zusammen und arbeitete einen umfangreichen Entwurf für ein Denkmalschutzgesetz aus. Dieser Entwurf liegt in der Druckvorlage vor und soll in der nächsten Session der Reichsduma zur Verhandlung gelangen.

Im Jahre 1908 fand in Riga der I. Baltische Historikertag statt, auf dessen Tagesordnung auch die Denkmalpflege stand. Der Rigaer Architektenverein hatte die Bearbeitung dieses Themas übernommen¹⁾. Es wurde unter anderem der Beschluss gefasst, eine aus Gliedern der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde und des Rigaer Architektenvereins bestehende Kommission für Denkmalpflege zu wählen, die im Jahre darauf (1909) unter dem Vorsitz von Dr. W. Neumann zusammentrat.

Den auf dem I. Historikertag gefassten Resolutionen entsprechend, wurden zunächst Massnahmen im Sinne der praktischen Denkmalpflege vorbereitet. Vor allen Dingen erschien es angebracht, die kirchliche Denkmalpflege auf dem Lande in Angriff zu nehmen. Zu dem Zwecke wurde eine allgemeine Kirchenenquète im Einverständnis und mit Unterstützung seitens des Livländischen Konsistoriums in die Wege geleitet. Die Kommission arbeitete Fragebogen aus, die an sämtliche Pastoren des Landes

¹⁾ Arbeiten des I. Balt. Historikertages 1908. H. Pirang: Denkmalpflege.

versandt wurden und zum grossen Teil bereits beantwortet zurückgelangt sind. An die Verarbeitung dieses entschieden sehr interessanten Materials wird in nächster Zeit geschritten werden. Jedem Fragebogen wurde übrigens als kleine Handhabe bei Beantwortung der gestellten Fragen ein „Merkbüchlein zur Denkmalpflege“¹⁾ beigegeben, eine Massnahme, die in ähnlicher Weise im Auslande mit grossem Erfolg zur Anwendung gelangt ist und gewiss zur Förderung des Interesses für Denkmalpflege beigetragen hat. Ferner hat die gemeinsame Kommission es sich zur Aufgabe gemacht, in zweckentsprechender Weise die von der Regierung unternommenen Schritte zur Einführung eines Denkmalschutzgesetzes zu verfolgen und dazu Stellung zu nehmen. Die erste günstige Gelegenheit bot sich im Januar des Jahres 1911 auf dem IV. Allrussischen Architekten-Kongress in Petersburg. Die Kongressleitung hatte den Architektenverein in Riga um ein Referat über Denkmalpflege gebeten, der seinerseits mich mit dieser Aufgabe betraute. Es handelte sich bei diesem Referat um ein Gutachten über das oben erwähnte letzte Gesetzprojekt des Ministeriums des Inneren vom Jahre 1911. Nach einer allgemeinen kritischen Würdigung des überaus mangelhaften und unzeitgemässen Projektes fasste der IV. Allrussische Architektenkongress auf Antrag des Referenten einstimmig den Beschluss, die Regierung zu veranlassen, dieses Projekt zurückzuziehen, um es alsdann unter Beteiligung von Fachleuten — Archäologen und Architekten — noch einmal durchzuarbeiten. Das Gesetz war nämlich von der Kommission zusammengestellt worden, ohne dass die durch ihre freiwillige praktische Denkmalpflege Tätigkeit im Reiche bekannten gelehrten Gesellschaften vertreten waren.

Nun, allem Anschein nach hat dieser Kongressbeschluss keine Berücksichtigung gefunden, da, wie gesagt, das ministerielle Projekt von 1911 den Reichsdumamitgliedern bereits als Druckvorlage übergeben worden ist. Hoffentlich gelingt es allen mit der Denkmalpflege wirklich vertrauten Männern im Reich ein Gesetz zustande zu bringen, das auf der Höhe der Zeit steht. Wir haben es dringend nötig, denn so, wie die Sache jetzt liegt, kann es nicht weitergehen. Die wenigen Paragraphen des Reichsgesetzes²⁾, die sich auf Denkmalpflege beziehen, sind nach Fassung und Anwendungsmöglichkeit mehr als unzureichend; sie kommen eigentlich nur bei der Ruinenerhaltung in Frage. Die moderne Denkmalpflege aber umfasst einen weit, weit grösseren Rahmen! Soviel zur Denkmalpflege in Russland!

¹⁾ Merkbüchlein zur Denkmalpflege auf dem Lande. Herausgegeben von der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde der Ostseeprovinzen Russlands und dem Rigaer Architektenverein. Bearbeitet von Dr. W. Neumann, Riga 1911.

²⁾ Строит. Уставъ (1893), Т. XII, Ч. I, Сводъ Зак. № 181, 182, 183 und Provinzialrecht, III, Т., v. J. 1864, Art. 980, 981.

Wenden wir uns nun der modernen Denkmalpflege zu! Als „das klassische Land der Denkmalpflege“ wurde vor 15 Jahren allgemein Frankreich bezeichnet, das im Gesetz von 1887 in der Tat eine vorzügliche Lösung darstellt. Die Voraussetzung des staatlichen Schutzes bildet in jedem Fall das „classement“, die offizielle Erklärung eines Bauwerkes oder eines beweglichen Kunstwerkes zum geschichtlichen Denkmal — monument historique. So gross der Vorzug eines derartigen „classement“ für die berühmten Monumentalbauten ist, so nachteilig wirkt dieser Umstand in bezug auf die nicht klassierten, kleineren Denkmäler, die eigentlich keinen gesetzlichen Schutz geniessen. Klassiert sind vorläufig nur etwa 2000 Denkmäler und eine Erweiterung der Liste schreitet langsam vorwärts.

Moderne Schutzgesetze besitzen ausser Frankreich namentlich England (1882), die Schweiz (1902) und Italien (1902). Das Bedeutendste jedoch, was die allerletzten Jahre auf dem Gebiet der organisierten Denkmalpflege gebracht haben, finden wir in Deutschland.

Ein allgemeines deutsches Reichsgesetz gibt es nicht, wohl aber haben die Bundesstaaten z. T. hervorragende Gesetze. Entsprechend der politischen Vielfarbigkeit der Einzelstaaten, sind auch deren Gesetze höchst verschiedenartig. Regelrechte moderne Spezialgesetzgebungen für Denkmalschutz besitzen eigentlich nur drei Staaten. Allen voran ging Hessen (1902), dann folgte Oldenburg (1911). In Elsass-Lothringen wurden 1870 einfach die damaligen französischen Gesetze herübergenommen. Die anderen Staaten haben ihre Bestimmungen z. T. als ministerielle Erlasse erhalten, wie z. B. Preussen 1907, oder sie haben sie dem allgemeinen Baugesetz angegliedert, wie in Sachsen 1900 u. s. w. Jedenfalls hat der Staat ausdrücklich darauf verzichtet, eine generelle Regelung durch Kodifikation herbeizuführen. Das findet vor allem darin seine Erklärung, dass in Deutschland die Denkmalpflege in hohem Grade eine volkstümliche Bewegung geworden ist, und nicht nur die Staaten, sondern auch die grösseren und kleineren Städte und Gemeinden voller Wetteifer diese Bewegung fördern.

Das beste Gesetz besitzt jedenfalls Hessen. Es ist sehr fein durchgebildet, obgleich es vielleicht etwas zu kompliziert ist. Der oberste Grundsatz lautet: „Das öffentliche Interesse wird berührt, wenn die Erhaltung irgendeines Denkmals in Frage kommt.“ Hier ist das staatliche Hoheitsrecht in der Denkmalfrage klar ausgesprochen. Als Denkmal in diesem Sinne bezeichnet das Gesetz jedes Kunstwerk, dessen Erhaltung wegen seiner Bedeutung für die Geschichte, insbesondere für die Kunstgeschichte im öffentlichen Interesse liegt. Der Begriff „Denkmal“ als Objekt gesetzgeberischer Normen hat übrigens in den verschiedenen Staaten abweichende Fassungen erhalten. Preussen bezeichnet solche Gegenstände als Denkmäler, „welche einen geschichtlichen, wissenschaftlichen oder

Kunstwert besitzen“. Im Badischen Gesetz heisst es: „Alle beweglichen und unbeweglichen Gegenstände, welche aus einer abgelaufenen Kulturperiode herkommen und als charakteristisches Wahrzeichen ihrer Entstehungszeit für das Verständnis der Kunst und Kunstindustrie und ihrer geschichtlichen Entwicklung, für die Kenntnis des Altertums und für die geschichtliche Forschung überhaupt, sowie für die Erhaltung der Erinnerung an Vorgänge von hervorragendem historischem Interesse eine besondere Bedeutung haben, sind Denkmäler im Sinne des Gesetzes.“ Die moderne Denkmalpflege umfasst somit in ihrem äusseren Rahmen die Gesamtheit aller Dokumente der geistigen und künstlerischen Produktion vergangener Zeiten.

Es fragt sich nun, wie alt muss ein Ding sein, um als „Denkmal“ gelten zu können. In bezug auf eine derartige Fixierung der Zeitgrenze nach oben hin, gehen die verschiedenen Bestimmungen sehr weit auseinander. Als zweckmässig dürfte die Definition von Alois Riegel bezeichnet werden, nach welcher „alle Werke von Menschenhand, die mindestens 60 Jahre alt sind“, als Denkmäler zu gelten haben. Damit ist in sehr feinsinniger Weise dem allgemeinen Gefühl entsprochen, nach welchem alle Werke „aus Grossvaters Zeit“ Anspruch auf pietätvolle Behandlung haben. In dem oben erwähnten russischen ministeriellen Projekt von 1905 ist ein Zeitraum von 150 Jahren angesetzt, das letzte neueste Projekt jedoch lässt diese Frage unbeachtet.

Wir haben nun in grossen Zügen die Denkmalschutzbewegung bis in die neueste Zeit hinein verfolgt. Zunächst waren es nationale Gesichtspunkte, die zu Schutzmassnahmen führten, gelegentlich wohl auch Modeströmungen und Geschmacksrichtungen, dann die Ergebnisse historisch-archäologischer Forschungen oder romantischer Schwarmgeisterei, heute sind es ästhetische, volkerzieherische, kulturelle und entwicklungsgeschichtliche Motive, die der Denkmalpflege zugrunde liegen. Sie will, wie oben gesagt wurde, die Vergangenheit mit der Gegenwart verbinden. Deshalb umfasst die moderne Denkmalpflege auch einen weit grösseren Kreis von Objekten als die frühere. Sie schützt nicht nur die hervorragendsten Monumentalbauten, sondern sie sucht auch das unscheinbarste Zeugnis aus alter Zeit zu erhalten, solange es sich dem Fortschritt nicht hindernd in den Weg stellt. Sie hat vor allen Dingen dadurch ausserordentlich an Lebenskraft gewonnen, dass sie nicht lediglich Einzelobjekte zum Gegenstand ihrer Fürsorge macht, sondern das ganze Gesamtbild der Ercheinung zu wahren und zu erhalten sucht. Die moderne Denkmalpflege betrachtet das ganze Stadtbild als steinerne Chronik, als wertvollstes Dokument der Überlieferung. Dadurch tritt sie dem Leben, dem modernen Zeitgeist ganz besonders nahe. Sie sucht dabei keineswegs in sentimentaler Gefühlsduselei die alten Formen wieder in Aufnahme zu bringen, wie es früher eine Zeitlang geschah, sondern sie will mit den modernen Aufgaben der Zeit lebendige Fühlung nehmen. Sie will die alten, uner-

setzlichen, vorbildlichen Lösungen in ihrem inneren Wesen kennen lernen, um aus ihnen die verborgenen Gesetze harmonischen Gestaltens abzuleiten, die uns leider verloren gegangen sind. Sie will die alte Formensprache nicht wieder zu einem trügerischen Scheinleben erwecken, sondern durch sie das moderne Formgefühl veredeln und klären. Dadurch wird sie zu einem Erziehungsfaktor ersten Ranges.

Um einer so vielseitigen und bedeutungsvollen Aufgabe gerecht zu werden, bedarf es naturgemäss einer grosszügigen und systematischen Organisation. Und in dieser Beziehung steht im allgemeinen die deutsche Denkmalpflege unerreicht da. Ausser einer guten Gesetzgebung hat sie vortrefflich eingerichtete Exekutivorgane¹⁾. Jedes Gesetz ist im Grunde genommen ja nur Mittel zum Zweck, und niemals ein Ziel. Denn mit Gesetzen allein kann kein Denkmal vor dem Verfall geschützt werden. Es kommt auf die praktische Organisation an, auf die eigentlichen Denkmalpflegeorgane. In Deutschland hat man die Bedeutung dieses Umstandes schon frühe erkannt. Der alte Schinkel²⁾ wies 1815 darauf hin, und 1843 wurde in Preussen das Amt eines Konservators geschaffen. Die Gesetzgebung aber kam erst viel später. In dem mehrfach erwähnten ministeriellen Projekt für Russland 1911 ist dagegen vom Konservator und dessen Funktionen kaum die Rede. Der Konservator ist aber eigentlich die Seele der ganzen Organisation. Er hat die in seinem Bezirk liegenden Denkmäler zu inventarisieren, hat das Inventarisationsmaterial zu sammeln und Archive anzulegen. Er hat Restaurierungsarbeiten zu leiten, hat das Budget dafür aufzustellen, hat die Interessen der Denkmalpflege etwaigen Übergriffen privater Personen gegenüber zu vertreten, ist als kunstgewerblicher, künstlerischer und kunsthistorischer Sachkenner verpflichtet, in kritischen Fällen stets das rechte Mass für die Ansprüche zu finden, die die alte und neue Zeit gegeneinander erheben. Kurzum, der Konservator nimmt eine überaus verantwortliche Stellung ein. Nur wer in der Lage gewesen ist, persönlich den Betrieb in dem Bureau eines Konservators kennen zu lernen, kann sich eine Vorstellung von der Bedeutung der Pflegeorgane in der Denkmalschutzfrage bilden. Der rheinische Provinzialkonservator Prof. Paul Clemen in Bonn z. B. hat jährlich 172000 Mark für Denkmalpflegezwecke zur Disposition. Das Denkmalpflegebureau besitzt ein eigenes, geräumiges Haus für das Archiv und für die Beamten. Ausser dem Konservator gehören dazu vier kunstgeschichtlich ausgebildete Beamte, zwei Architekten und vier Bureaubeamte. Das Denkmälerarchiv in Bonn umfasst heute über 22000 Nummern. Prof. Clemen hat seine Sammlung vor 18 Jahren ganz bescheiden angefangen. Die ersten Bilder wurden

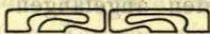
1) P. Clemen, Denkmalpflege in Deutschland. Vortrag, Saizburg 1911.

2) H. Lezius, Denkmalpflege in Preussen, 1908.

in einer Pappschachtel untergebracht! Und heute steht das Bonner Archiv in Preussen an erster Stelle. Vorbildlich angelegte Archive befinden sich ausserdem noch in Dresden und Strassburg.

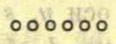
Wir haben den geschichtlichen Werdegang der Denkmalschutzbewegung, den heutigen Stand der Denkmalpflegegesetzgebung und die Organisation der Denkmalpflege flüchtig berührt.

Nun sei zum Schluss noch eine Frage erwähnt, die von grösster Wichtigkeit ist, nämlich die: in welcher Weise die für das praktische moderne Leben zu erziehende Jugend im Sinne der Denkmalpflege zu beeinflussen sei. Man hat in Deutschland diese Frage bereits dadurch gelöst, dass in den meisten Hochschulen die Denkmalpflege als Lehrfach eingeführt ist. Speziell in den Architekturabteilungen wird theoretische und praktische Denkmalpflege getrieben. Auch angewandte Denkmalpflege wird behandelt, wobei die von der modernen Pädagogik mit Recht so geschätzten Vorzüge der applikatorischen Lehrmethode voll zur Geltung kommen. Schon auf der Hochschule soll der Studierende sich daran gewöhnen, zu praktischen Tagesfragen Stellung zu nehmen. Wie er sich einerseits hüten soll, dem akademischen Formenzwang bestimmter Stile einseitig zu folgen, so soll er auch andererseits dem jugendlich-unreifen Schöpferdrang nach allzu subjektiver Formgestaltung eine gewisse Reserve auferlegen. Dazu kann er nur gelangen, wenn er es frühzeitig lernt sich anzupassen. An praktischen Aufgaben kann es nie fehlen. Sei es, dass er in ein gegebenes Strassenbild eine Fassade für ein modernes Wohnhaus hineinzukompanieren, dass er in dem unteren Stock eines gegebenen alten Hauses zeitgemässe Schaufenster anzulegen hat, oder dass es gilt, ein altes, wertvolles Portal bei einem Neubau zu verwenden, — stets wird er in solchen Fällen sich veranlasst sehen, den Konflikt zwischen der Formensprache von einst und jetzt in einer Weise zu lösen, die das ästhetische Empfinden befriedigt. Weder bei strengem Stilpurismus, noch bei schrankenlosem Individualismus lässt sich das erreichen. Hier können generelle Vorschriften für die formelle, denkmalpflegerische Behandlung überhaupt nicht gegeben werden, hier entscheidet lediglich ein anderes, tieferes Gesetz, das unfassbare Gesetz der geistigen Harmonie, das in den Formen zum Ausdruck kommt. Wie es der Geist war, der die Denkmäler der Vergangenheit gebaut hat, so soll es auch der Geist sein, der die Denkmäler in der Gegenwart für die Zukunft erhält.

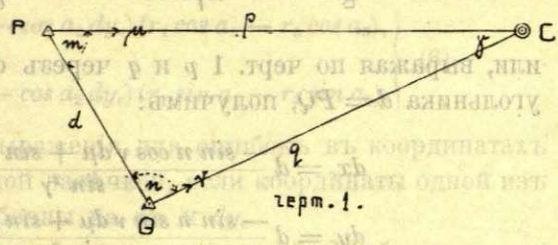


По одному вопросу о городских триангуляциях.

В. Э. Эренфейхта.



Городскія съемки начинаются обыкновенно съ того, что все пространство въ чертѣ города покрывается съѣтью возможно большихъ треугольниковъ и помощью соотвѣтственныхъ измѣреній и вычисленій опредѣляются координаты вершинъ этихъ треугольниковъ; эти вершины будемъ считать точками перваго порядка. По точкамъ перваго порядка опредѣляются обыкновенно прямыми засѣчками положенія разныхъ выдающихся предметовъ, какъ колокольни церквей, фабричныя трубы и пр.; эти точки будемъ считать точками втораго порядка. По нимъ обратными засѣчками находятя координаты точекъ третьаго порядка, выбранныхъ и обозначенныхъ на поверхности земли. Для того, чтобы точки третьаго порядка опредѣлились хорошо, желательно имѣть съ каждой изъ нихъ визуры на точки высшихъ порядковъ возможно по различнымъ направленіямъ, а для этого за точки втораго порядка приходится иногда брать и такіе выдающіеся предметы, которые расположены внѣ черты города. Но если такая точка (напр. фабричная труба, маякъ, пирамида . . .) лежитъ очень далеко отъ города, то положеніе ея не можетъ быть хорошо опредѣлено, такъ какъ всѣ визуры на нее съ точекъ перваго порядка будутъ засѣкаться подъ очень острыми углами. Спрашивается, позволительно ли пользоваться такими удаленными, завѣдомо не точно опредѣленными точками втораго порядка для опредѣленія точекъ третьаго порядка, лежащихъ въ чертѣ города. — Настоящая статья имѣетъ цѣлью отвѣтить на этотъ вопросъ.



Пусть P и Q (черт. 1) будутъ двѣ точки 1-го порядка, координаты которыхъ вычислены окончательно и не подлежатъ измѣненію.

Пусть съ этихъ двухъ точекъ взяты визуры на точку 2-го порядка C , измѣрены углы m и n и по нимъ вычислены направленія μ и ν , равно какъ и уголь $\gamma = 180^\circ - (m + n) = \mu - \nu$. Вычислимъ ошибки въ координатахъ опредѣляемой точки C , происходящія отъ неизбѣжныхъ ошибокъ въ найденныхъ направленіяхъ μ и ν . Съ этою цѣлью исходимъ изъ общеизвѣстной формулы

$$da = \frac{-\sin a dx' + \cos a dy' + \sin a dx - \cos a dy}{s}, \quad (1)$$

гдѣ a выражаетъ направленіе отъ точки (x, y) къ точкѣ (x', y') , считаемое отъ оси x въ сторону оси y , s выражаетъ разстояніе между тѣми же точками, а символомъ d обозначены ошибки въ соответственныхъ величинахъ. Прилагая формулу (1) къ направленіямъ μ и ν (черт. 1) и замѣчая, что по условію $dx_p = dx_q = dy_p = dy_q = 0$, получимъ:

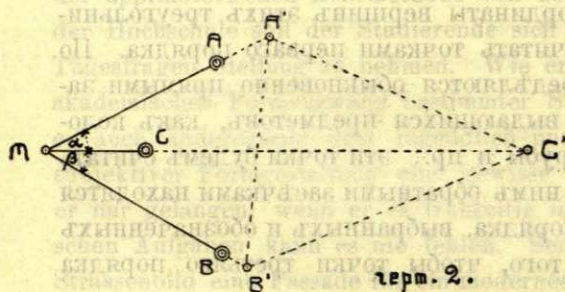
$$d\mu = \frac{-\sin \mu dx_c + \cos \mu dy_c}{p}$$

$$d\nu = \frac{-\sin \nu dx_c + \cos \nu dy_c}{q}$$

Рѣшая эти уравненія относительно dx_c и dy_c , имѣемъ:

$$dx_c = \frac{-p \cos \nu d\mu + q \cos \mu d\nu}{\sin \gamma}$$

$$dy_c = \frac{-p \sin \nu d\mu + q \sin \mu d\nu}{\sin \gamma}$$



или, выражая по черт. 1 p и q черезъ сторону первокласснаго треугольника $d = PQ$, получимъ:

$$\left. \begin{aligned} dx_c &= d \frac{-\sin n \cos \nu d\mu + \sin m \cos \mu d\nu}{\sin^2 \gamma} \\ dy_c &= d \frac{-\sin n \sin \nu d\mu + \sin m \sin \mu d\nu}{\sin^2 \gamma} \end{aligned} \right\} (2)$$

Вотъ общія выраженія для ошибокъ въ координатахъ точки C , найденныхъ прямой засѣчкой съ двухъ точекъ 1-го порядка. Допустимъ теперь, что C есть одна изъ трехъ точекъ A, B, C (черт. 2), по которымъ обратной засѣчкой опредѣляется точка 3-го порядка M , и посмотримъ, какъ повліяютъ найденныя ошибки dx_c и dy_c на координаты точки $M(x, y)$. Желая прослѣдить вліяніе только этихъ ошибокъ, мы оставимъ безъ вниманія ошибки въ координатахъ точекъ A и B , т. е. примемъ $dx_a = dy_a = dx_b = dy_b = 0$; равнымъ образомъ оставимъ безъ вниманія ошибки въ измѣреніи угловъ α и β при точкѣ M , т. е. примемъ $d\alpha = d\beta = 0$. Называя послѣ этого разстоянія MA, MC и MB черезъ s_1, s_2, s_3 , а соответственные напра-

вления через a_1, a_2, a_3 и прилагая къ этимъ направленіямъ формулу (1), получимъ:

$$\left. \begin{aligned} da_1 &= \frac{\sin a_1}{s_1} dx - \frac{\cos a_1}{s_1} dy, \\ da_2 &= \frac{\sin a_2}{s_2} dx - \frac{\cos a_2}{s_2} dy - \left(\frac{\sin a_2}{s_2} dx_c - \frac{\cos a_2}{s_2} dy_c \right), \\ da_3 &= \frac{\sin a_3}{s_3} dx - \frac{\cos a_3}{s_3} dy. \end{aligned} \right\} (3)$$

Но изъ соотношеній $a_2 - a_1 = \alpha$, $a_3 - a_2 = \beta$ и изъ условій $da = 0$ и $d\beta = 0$ слѣдуетъ:

$$da_2 - da_1 = 0, \quad da_3 - da_2 = 0.$$

Вставляя сюда выраженія (3) и обозначая для удобства письма

$$\frac{1}{s_1} = r_1, \quad \frac{1}{s_2} = r_2, \quad \frac{1}{s_3} = r_3, \quad (4)$$

получимъ:

$$\begin{aligned} (r_2 \sin a_2 - r_1 \sin a_1) dx - (r_2 \cos a_2 - r_1 \cos a_1) dy &= \\ &= r_2 (\sin a_2 dx_c - \cos a_2 dy_c), \\ (r_3 \sin a_3 - r_2 \sin a_2) dx - (r_3 \cos a_3 - r_2 \cos a_2) dy &= \\ &= -r_2 (\sin a_2 dx_c - \cos a_2 dy_c). \end{aligned}$$

Рѣшая эти уравненія относительно dx и dy и называя опредѣлитель системы черезъ N , находимъ:

$$N = r_2 r_3 \sin \beta + r_1 r_2 \sin \alpha - r_1 r_3 \sin (\alpha + \beta), \quad (5)$$

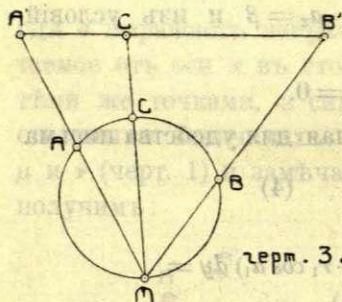
$$\left. \begin{aligned} dx &= \frac{1}{N} r_2 (\sin a_2 dx_c - \cos a_2 dy_c) (r_1 \cos a_1 - r_3 \cos a_3), \\ dy &= \frac{1}{N} r_2 (\sin a_2 dx_c - \cos a_2 dy_c) (r_1 \sin a_1 - r_3 \sin a_3). \end{aligned} \right\} (6)$$

Мы получили общія выраженія для ошибокъ въ координатахъ точки M , найденной обратной засѣчкой, если координаты одной изъ данныхъ точекъ были ошибочны на dx_c и dy_c .

Раньше, чѣмъ вести наше разсужденіе далѣе, небезинтересно будетъ остановиться на формулахъ (5) и (6), указавъ на геометрическое значеніе опредѣлителя N и вытекающія отсюда слѣдствія. Съ этою цѣлью на прямыхъ MA, MC, MB отложимъ отрѣзки MA', MC', MB' (черт. 2), пропорціональные $r_1 = \frac{1}{s_1}$, $r_2 = \frac{1}{s_2}$, $r_3 = \frac{1}{s_3}$. Тогда образуется треугольникъ $A'B'C'$, двойная площадь котораго выразится опредѣлителемъ N согласно формулъ (5)*. Изъ формулъ (6) ясно, что если эта площадь N будетъ равна нулю или очень мала, то ошибки dx и dy въ координатахъ точки M будутъ очень велики и точка M обратной засѣчкой хорошо не опредѣлится. Въ частномъ

*) См. Eggert, Einführung in die Geodäsie.

случаѣ опредѣлитель N будетъ равенъ нулю, если три точки A', C', B' окажутся на одной прямой, и въ этомъ случаѣ координаты точки M опредѣлитель будетъ нельзя. Такимъ образомъ мы получили на первый взглядъ новое условіе неразрѣшимости задачи Потенота, но нетрудно убѣдиться, что оно идентично съ теоремой объ опасномъ кругѣ. Для этого достаточно указать на слѣдующую легко доказываемую теорему: если изъ какой-нибудь точки M окружности (черт. 3) будемъ проводить сѣкущія MAA', MCC', MBV' и на нихъ отклады-

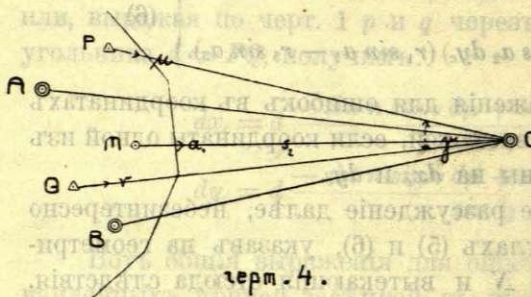


черт. 3.

вать отрѣзки MA', MC', MB' , обратно пропорціональные хордамъ MA, MC, MB , то полученныя точки A', C', B' окажутся на одной прямой. Прилагая эту теорему къ нашей задачѣ Потенота, мы видимъ, что если точки A', C', B' лежатъ на одной прямой, то въ этомъ случаѣ обязательно три данныя точки A, C, B съ четвертою опредѣляемою M лежатъ на одной окружности, а въ этомъ

случаѣ, какъ извѣстно, задачи Потенота рѣшить нельзя. Такимъ образомъ найденное раньше условіе неразрѣшимости задачи Потенота приводится къ общеизвѣстному условію о четырехъ точкахъ на одной окружности.

Послѣ этого небольшого отступленія возвращаемся къ основному вопросу, поставленному въ началѣ статьи. Допустимъ, что двѣ точки A и B , выбранныя для опредѣленія точки M обратной



черт. 4.

засѣчкой, лежатъ въ чертѣ города (черт. 4), четвертая же C очень далеко за городомъ, такъ

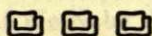
что величина $r_2 = \frac{1}{s_2}$, равно какъ и уголь γ представляютъ очень малыя величины. Какъ видно изъ формулы (2), ошибки въ координатахъ точки C содержатъ въ знаменателѣ малую величину второго порядка $\sin^2 \gamma$ и

потому онѣ представляютъ величины очень большія второго порядка; отсюда слѣдуетъ, что координаты точки C опредѣляются безусловно не точно. Но для городской съемки точка C непосредственно не нужна. Она служитъ лишь для опредѣленія точки M , лежащей въ чертѣ города, и потому надо изслѣдовать, какъ повліяютъ найденныя очень большія ошибки въ координатахъ точки C на положеніе точки M . Съ этою цѣлью вносимъ выраженія (2) въ (6) и послѣ упрощеній получаемъ:

$$\left. \begin{aligned} dx &= -\frac{d}{N} r_2 \frac{\sin n \sin(a_2 - \nu) d\mu + \sin m \sin(\mu - a_2) d\nu}{\sin^2 \gamma} (r_1 \cos a_1 - r_3 \cos a_3), \\ dy &= -\frac{d}{N} r_2 \frac{\sin n \sin(a_2 - \nu) d\mu + \sin m \sin(\mu - a_2) d\nu}{\sin^2 \gamma} (r_1 \sin a_1 - r_3 \sin a_3). \end{aligned} \right\} (7)$$

Здѣсь въ знаменателѣ осталась малая величина 2-го порядка $\sin^2 \gamma$, но зато и числитель содержит произведение двухъ малыхъ множителей 1-го порядка. Дѣйствительно, какъ видно изъ чертежа 4, разности $a_2 - \nu = \angle QCM$ и $\mu - a_2 = \angle MCP$ представляютъ малыя величины того же порядка, что и γ , такъ какъ каждая изъ нихъ представляетъ уголъ между направленіями, проведенными изъ двухъ точекъ, лежащихъ въ чертѣ города, къ очень удаленной точкѣ C ; того же перваго порядка малости будетъ и множитель $r_2 = \frac{1}{s_2}$, стоящій въ числителѣ выраженій (7). Такимъ образомъ ошибки въ координатахъ точки M dx и dy будутъ величины нулевого порядка, т. е. такого же порядка, какъ и при опредѣленіи ея по тремъ точкамъ, взятымъ въ чертѣ города.

Изъ всего вышеизложеннаго слѣдуетъ, что хотя положеніе очень удаленной точки внѣ города и не можетъ быть точно опредѣлено, тѣмъ не менѣе ею можно и должно пользоваться для опредѣленія точекъ 3-го порядка, лежащихъ въ чертѣ города.



Mitteilungen aus dem mechanisch-technologischen Laboratorium.

Von Prof. P. von Denffer.

Dynamometrische Untersuchungen.

A. Das Dynamometer des Rigaschen Polytechnischen Institutes.

Zu seinen Untersuchungen von Arbeitsmaschinen aller Art verwendet der Verfasser ein selbstschreibendes Dynamometer¹⁾, das nach den Angaben des Verfassers im Jahre 1904 von der Firma I. Amsler-Laffon und Sohn in Schaffhausen für das mechanisch-technologische Laboratorium des Polytechnischen Institutes gebaut worden ist.

Der Apparat, der sich bei zahlreichen Versuchen aufs beste bewährt hat, besitzt, wie aus den Figuren 1—3, Tafel I zu ersehen, zwei Riemenscheiben, von denen die treibende durch eine federnde Klauenkupplung mit der Welle fest verbunden ist, während die getriebene sich lose auf derselben Welle befindet. Auch fest auf der Welle, also in starrer Verbindung mit der treibenden Riemenscheibe, sitzt ein doppelter Arm, der an seinen Enden zwei kleine Zylinder trägt; auf die Nabe der getriebenen Scheibe sind ähnliche Arme fest aufgedrückt, die die zugehörigen Kolben tragen, welche in jene Zylinder tauchen. Die Enden der Zylinder sind durch Rohre mit einer durch das Wellenmittel gehenden Bohrung verbunden. In diese Bohrung kommt am Ende der Welle ein Rohr — abgedichtet durch eine Stopfbüchse —, welches bei dem Umlaufen der Welle nicht mitrotiert. Am Ende dieses Rohres ist ein Manometer angebracht. Das ganze System: Bohrung, Rohre und Zylinder, wird durch eine Füllpumpe mit Öl vollgedrückt, welches den in den Zylindern herrschenden Druck dem Manometer

¹⁾ Literatur über Dynamometer.

E. Hartig, Versuche über den Kraftbedarf der Maschinen in der Streichgarnspinnerei und Tuchfabrikation. (1864.)

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. „Dynamometer“. III. Band, S. 517. (1897.)

Gramberg, Technische Messungen. 2. Auflage, S. 149. (1910.)

P. v. Denffer, Einiges über Dynamometer. Rig. Ind.-Ztg. 1907. S. 177.

Z. d. V. d. Ing. Prof. Lüdicke, Versuche an einem Lufthammer. 1900. S. 1787.

„ „ Buschkiel, Dynamometer von Fischinger. 1887. S. 845.

„ „ Ing. H. Maihak, Registrierendes Transmissionswellen-Dynamometer.

1892. S. 1510.

übermittelt. Wird nun durch den Apparat Arbeit hindurchgeleitet, so findet eine Verdrehung der Scheiben gegeneinander statt, wodurch die Kolben in die Zylinder gedrückt werden; die hierdurch bewirkte Pressung wird dann sofort vom Manometer angezeigt. Zur graphischen Darstellung wird an das feste Rohr ein Indikator angeschlossen, der dann das entsprechende Kraftdiagramm (Diagramm des Drehmomentes) zeichnet.

Bei der Errechnung des Drehmomentes ist selbstredend der hydrostatische Druck in den Ölzylindern p , nicht aber derjenige in der Achse der Welle p_0 massgebend. In der Ruhelage fallen p und p_0 zusammen. Beim Rotieren jedoch wird das Öl durch die Fliehkraft nach aussen geschleudert, und p wird um ein Geringes grösser als p_0 sein. Dementsprechend wird das Kraftdiagramm etwas kleinere Werte geben als es die tatsächlichen sind. Handelt es sich um genaue Messungen, so lässt sich auf einfache Weise eine Korrektur anbringen.

Ist N die Anzahl der tatsächlichen PS,

N_0 die aus dem Diagramm errechneten PS,

N_k die Korrektur,

$$N_k = N - N_0.$$

Sind M , M_0 und M_k die den PS N , N_0 und N_k entsprechenden Drehmomente in kg cm, n die Umdrehungszahl des Dynamometers in der Minute, so wird

$$N_k = \frac{M}{71620} n - \frac{M_0}{71620} n = \frac{n}{71620} (M - M_0).$$

$$\text{Da} \quad M = R p f \cdot 2 \quad M_0 = R p_0 f \cdot 2,$$

wobei R die Entfernung der Ölzylinderachse von der Wellenachse in cm, f der Querschnitt der Ölzylinder in cm^2 ist, so wird

$$N_k = \frac{n R f 2}{71620} (p - p_0).$$

Für eine schwere Flüssigkeit, die um eine horizontale Achse rotiert, ist

$$p = p_0 + \gamma \left\{ \frac{w^2 R^2}{2g} - z \right\},$$

worin γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit kg/cm^3 ,

w die Winkelgeschwindigkeit der Rotation,

g die Erdbeschleunigung in cm^2/sec ,

z eine Höhenkoordinate des Ölzylinders ist.

Falls wir uns die xy -Koordinatenebene horizontal durch die Wellenachse gehend denken, so kann das Glied z vernachlässigt werden, da es für beide Kolben entgegengesetzt gleich sein wird. Es wird somit

$$p = p_0 + \gamma \frac{w^2 R^2}{2g}$$

und

$$N_k = \frac{n R f \cdot 2}{71620} \gamma \frac{w^2 R^2}{2g} = \frac{R^3 f \gamma w^2}{71620 g} n.$$

Da $w = \frac{\pi n}{30}$
 wird endgültig $N_k = \frac{R^3 f \gamma \pi^2}{71620 g 30^2} n^3 = C n^3$,
 wobei $C = \frac{R^3 f \gamma \pi^2}{71620 g 30^2}$.

Da für ein gegebenes Dynamometer $C =$ konstant ist, wird die Korrektur N_k proportional der dritten Potenz von der Umdrehungszahl n sein.

Für das Dynamometer des Rigaschen Polytechnikums ist

$$C = 0,000000157$$

und

$$N_k = 0,0157 \left(\frac{n}{100} \right)^3.$$

Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass beim Schwanken der Umdrehungszahl von 90–250 in der Minute die Korrektur zwischen 0,012 und 0,245 PS schwankt.

$n =$	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
	0,012	0,016	0,021	0,027	0,034	0,043	0,053	0,064	0,077	0,092	0,108	0,126	0,146	0,167	0,191	0,217	0,245

Bei niedriger Umdrehungszahl dürfte die Korrektur N_k vernachlässigt werden, nicht aber bei höherer — besonders, falls es sich um geringe PS handelt.

Die Ausführung des Apparates ist eine überaus sorgfältige; die Welle läuft auf Kugellagern, so dass die Eigenreibung vernachlässigt werden kann. Ebenso ist die zweite Scheibe gelagert, so dass auch bei der Verdrehung der Scheiben gegeneinander fast keine Reibung auftritt. Die treibende Scheibe ist mit einer Spiralfedern-Klauenkupplung versehen, so dass nach Belieben, auch während des Betriebes, die Verbindung der Scheibe mit der Welle gelöst werden kann.

Um nun den Apparat für die Messungen möglichst handlich zu gestalten, war die Bedingung gestellt worden, den Registrierapparat für die Kraftmessung so einzurichten, dass gleichzeitig auch die Umdrehungszahlen gemessen und deren Änderungen verzeichnet werden, so dass man als Unterlage für die Berechnung jedesmal nur ein Diagramm erhält, auf dem beide Kurven — Kraft- und Geschwindigkeitsdiagramm — verzeichnet sind (siehe Tafel IV, Figur 1).

Zur Registrierung der Umdrehungszahlen wurde von der Firma ein von Herrn Alfred Amsler erfundenes Kugeltachometer vorgeschlagen. Das Prinzip dieses Apparates besteht im folgenden (Tafel I, Figur 4 u. 5).

Eine Stahlkugel ist derartig angeordnet, dass ihr Mittelpunkt feststeht und sie um diesen sich leicht drehen kann. Zwei Scheiben A und B liegen mit ihren Achsen in der wagerechten Diametralebene der Kugel und stehen senkrecht zueinander; sie werden mit Hilfe einer dritten Press-

scheibe C mit der Kugel in steter Berührung gehalten, und zwar derartig, dass beim Drehen der Scheiben A und B die Kugel, ohne zu gleiten, mitgenommen wird.

Von diesen beiden Scheiben dreht sich nun die Scheibe A mit einer gleichmässigen Geschwindigkeit durch einen Uhrmechanismus, während die andere Scheibe B von der mit veränderlicher Geschwindigkeit umlaufenden Dynamometerwelle durch eine entsprechende Übersetzung angetrieben wird. Durch die Bewegung dieser beiden Scheiben A und B erhält die Kugel eine zusammengesetzte Drehbewegung um eine wagerechte, durch den Kugelmittelpunkt gehende Achse.

Die Kugel wird ferner von einer vierten Scheibe E gestützt, deren wagerechte Achse in einem Gestell gelagert ist, das sich, auf Kugeln laufend, um eine senkrechte, durch den Kugelmittelpunkt gehende Achse drehen kann. Infolge der veränderlichen Geschwindigkeit der Scheibe B wird nun die Drehachse der Kugel in der wagerechten Ebene wandern; hierbei sucht die Kugel ihre Stützscheibe E stets in eine solche Lage zu bringen, dass der Widerstand des Mitnehmens durch die Kugel der kleinste ist. Diese Lage ist natürlich diejenige, bei welcher die Drehachse der Scheibe E parallel zur Drehachse der Kugel liegt, weil dann die Bewegung, welche die Scheibe durch ihre Berührung mit der Kugel erhält, ein reines Rollen ohne Gleiten ist; in der Tat folgt die Scheibe E jeder geringsten Geschwindigkeitsänderung.

Die Drehung des Gestelles mit dem Rade E wird nun dazu benutzt, die Änderung der Geschwindigkeit kenntlich zu machen. Zu diesem Zweck ist unten auf der senkrechten Drehachse des Gestelles ein konisches Rädchen aufgesetzt, das mit einem gleichen Rädchen in Eingriff steht, auf dessen wagerechter Welle ein Hebel angebracht ist, der somit bei den Wanderungen der Drehachse der Kugel und folglich auch des Rädchens E Schwingungen in vertikaler Ebene ausführt. Auf das Ende dieses Hebels stützt sich nun ein senkrecht geführter Stab, dessen oberes Ende einen Zeiger und Schreibstift trägt und so die Umdrehungszahlen an der Skala abzulesen, bzw. auf eine Papiertrommel aufzuzeichnen gestattet.

Dass die Wanderung der Drehachse der Kugel wirklich proportional der Änderung der Geschwindigkeit der Dynamometerwelle ist, ergibt sich aus folgendem: D ist der Durchmesser der Kugel; d — der Durchmesser der Scheiben A und B ; n_1 — die konstante Umdrehungszahl von A ; n_2 — die veränderliche von B .

Um nun die aus den beiden Drehbewegungen der Scheiben zusammengesetzte und der Kugel erteilte Bewegung nach Lage der Drehachse, Grösse und Richtung der Geschwindigkeit zu finden, verfährt man graphisch nach bekannter Regel: man trägt die aus den beiden Drehbewegungen der Scheiben sich ergebenden Winkelgeschwindigkeiten als Strecken auf die

zugehörigen Drehachsen von ihrem Schnittpunkt aus so auf, dass, in der Richtung zum Achsenschnittpunkt gesehen, Drehungen im Sinne des Uhrzeigers erfolgen, worauf die Zusammensetzung nach dem Parallelogramm geschieht: die Diagonale ergibt die Grösse der Winkelgeschwindigkeit und die Lage der Drehachse.

Die Lage dieser Achse lässt sich durch den Winkel φ (siehe Figur 5) aus folgenden Beziehungen ermitteln.

Die durch die Drehbewegungen der Scheiben *A* und *B* der Kugel erteilten Winkelgeschwindigkeiten sind:

$$w_1 = \frac{2\pi n_1}{60} \cdot \frac{d}{D}$$

$$w_2 = \frac{2\pi n_2}{60} \cdot \frac{d}{D}$$

somit ist

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{w_2}{w_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

und

$$n_2 = n_1 \operatorname{tg} \varphi.$$

Dieser Winkel φ wird nun durch die schon geschilderte Zahnradübertragung direkt durch die Lage des Hebels gegenüber der Wagerechten angezeigt.

Die gleichmässige Drehbewegung erhält die Papiertrommel, gleich der Scheibe *A*, von einem Uhrwerk, wobei man durch Einrücken verschiedener Übersetzungen dieser Bewegung, je nach Bedarf der Versuchsdauer, verschiedene Geschwindigkeiten erteilen kann; auch ist momentanes Anhalten der Trommel vorgesehen.

Da sich aus der Länge des Diagrammes die Zeit ermitteln lässt, so ist es auch möglich, bei plötzlichen Kraftschwankungen die Dauer des grössten erforderlichen Kraftbedarfs zu berechnen, die Zeit zum Anlaufen der Maschinen zu bestimmen und ähnliches mehr.

Der vorstehend beschriebene Apparat gestattet durch die Anordnung der Registriervorrichtung ein äusserst bequemes und schnelles Arbeiten, da man für jeden Versuch nur ein Diagramm zu nehmen hat, das nachher leicht ausgewertet werden kann. Die Kraftangabe erfolgt mit grösster Genauigkeit, und ist man imstande, durch direkte Gewichtsbelastung den Apparat immer wieder auf seine Genauigkeit hin zu prüfen. (Vergleiche weiter unten: Eichung des Apparates.)

Die Aufstellung des Apparates erfolgt zwischen Transmission und Arbeitsmaschine, wie die Figur 6 u. 7, Tafel I (Aufstellung zum Messen der Spinnmaschinen) zeigt.

Bei der Bestellung des Apparates war die Bedingung gestellt worden, die Kupplung, zur Verbindung der treibenden Scheibe mit der Welle, so einzurichten, dass mittels derselben ein Einrücken des Apparates, und somit

auch der zu untersuchenden Maschine, vorgenommen werden kann. Dieser Bedingung konnte leider nicht entsprochen werden¹⁾, daher die erwähnte Kupplung nur zum Ausrücken dient.

Bei den Versuchen ist daher die Anordnung so zu treffen, dass das Dynamometer leer anläuft (durch Auflegen des Riemens, bezw. Einrücken der Kupplung unter gewissen Vorsichtsmassregeln) und bei laufendem Dynamometer die zu untersuchende Maschine mittels fester und loser Riemenscheibe eingeschaltet wird.

Mehrfache Versuche mit vorstehendem Apparat haben gewisse Betriebserfahrungen gezeigt, die im nachfolgenden angeführt sein mögen.

Zunächst ist beim Füllen der Rohre und Druckzylinder genau darauf zu achten, dass wirklich alle Luft aus dem System entfernt ist; es sind zu diesem Zwecke an den Enden der Druckzylinder Entlüftungsschrauben angeordnet, die, beim Füllen des Systems mit Öl, so lange offen gehalten werden, bis aus den Öffnungen keine Luftblasen mehr austreten; alsdann schliesst man die Schrauben und setzt das ganze System unter Druck (mittels der Presspumpe) und prüft dasselbe auf Dichtigkeit. Namentlich hat man darauf zu achten, dass die Absperrventile zur Pumpe, zum Manometer und zum Indikator durchaus dicht halten, da sonst während des Versuches leicht Ölmangel in den Druckzylindern eintreten kann, wodurch der Versuch unterbrochen wird. Desgleichen ist auch auf die Stopfbüchse (zum Abdichten des Rohres in dem Wellenende) zu achten, damit hier kein Öl austritt. Die Kolben in den Druckzylindern, die nur genau eingeschliffen sind, haben sich als durchaus dicht erwiesen.

Des weiteren sind vor jedem Versuch, bezw. einer Reihe von Versuchen an einigen aufeinanderfolgenden Tagen, die Indikatorfedern zu prüfen und aus den Prüfungsdiagrammen die zur Auswertung der Kraftkurven dienenden Federmassstäbe zu berechnen. Die Prüfung geschieht dadurch, dass man die treibende Scheibe gegen das Maschinengestell abstützt, um die getriebene Scheibe ein Stahlband schlingt, das an einem Ende mit der Scheibe verbunden wird und am anderen Ende eine Vorrichtung zur Aufnahme von Belastungsgewichten hat. Bei gegebenem Halbmesser der Scheibe zeigt die Indikatorstellung das dem Gewicht entsprechende Drehmoment an. Man prüft sämtliche Federn sowohl bei steigender als auch bei fallender Belastung. Da die Indikatorfedern bei plötz-

¹⁾ Nach Angabe der Firma sind die Kupplungen, die für diesen Zweck gebaut wurden, bei Probeversuchen mit dem Apparat zerstört worden, so dass die Firma gezwungen war, von dem Einbau dieser Kupplungen Abstand zu nehmen, und nur eine Ausrückkupplung anordnete.

lichen Kraftschwankungen (Anlaufen der Maschinen) sehr heftigen Deformationen¹⁾ unterworfen werden, so ist es durchaus erforderlich, nach beendeten Versuchen, bei fortlaufenden Versuchen aber mindestens alle 3 Tage, die Federn zu prüfen und aus den Ergebnissen vor und nach den Versuchen die endgültigen Federmassstäbe zu errechnen. Bei der Berechnung kommen nur die Indikatoraufzeichnungen in Frage; das Manometer wird zu Ablesungen nicht verwendet; es zeigt die Belastungen nicht genügend genau, gestattet keine Eichung und dient vornehmlich zur Bestimmung des Flüssigkeitsdruckes im System beim Füllen mittels der Presspumpe.

Endlich ist noch das Tachometer zu prüfen. Zu diesem Zwecke ist der Uhrmechanismus, dessen Gang durch ein Federwerk geregelt wird, auf seine Gleichmässigkeit hin zu untersuchen. An dem Federgehäuse ist eine gezahnte Scheibe angebracht, in deren Ausklinkungen ein Schnepper 120 mal in der Minute einfallen muss; man braucht bei der Prüfung nur die Schläge des Schnepfers zu zählen und, falls es mehr oder weniger als 120 Schläge in der Minute gibt, die Feder des Werkes zu spannen bzw. zu entspannen, bis die erforderliche Zahl erreicht ist. Auch diese Prüfung ist häufig zu wiederholen, da die Federspannung mit der Zeit nachlässt.

Was die Aufzeichnung der Umdrehungszahl der Welle anlangt, so muss durch Verstellung eines Gegengewichtes der Hebel, der den Schreibstift trägt (siehe Figur 4, Tafel I), entsprechend der Umdrehungszahl eingestellt werden; die Einstellung erfolgt, indem man die Umdrehungszahlen mittels Handtachometer, gehalten gegen das Wellenende, bestimmt und mit der Stellung des Schreibstiftes bzw. Umdrehungszeigers in Einklang bringt.

Die Eichung des Dynamometers in allen seinen einzelnen Teilen lässt sich überaus leicht und genau durchführen, daher es durchaus geraten ist, die Eichung häufig zu wiederholen, um möglichst einwandfreie Resultate zu erhalten.

B. Dynamometrische Untersuchungen an Spinnmaschinen²⁾.

Die Untersuchung der Spinnmaschinen für Jutegarne hatte den Zweck, festzustellen, ob das zum Schmieren der Spindeln vorgeschlagene Ersatzöl wirklich einen geringeren Kraftverbrauch ergibt gegenüber dem bisher gebräuchlichen Ätna- und Arktiköl, und ferner, ob die in Vorschlag gebrachte neue Spindelkonstruktion mit Kugellagerung gegenüber der sogenannten

¹⁾ Hierbei ist nicht ausgeschlossen, dass die Federn auch über die jeweils zulässige höchste Belastung angestrengt werden, da man nur zu leicht die grössten zum Anlaufen der Maschinen erforderlichen Kräfte unterschätzt und Diagramme mit zu schwachen Indikatorfedern aufnimmt.

²⁾ Die Versuche wurden unter Mitwirkung des Assistenten für mechanische Technologie A. Mikutowitsch und des Hilfsassistenten G. Knopp ausgeführt.

Bergmannspindel wirtschaftlicher arbeitet, so dass ein Ersatz der Bergmannspindeln durch Kugellagerspindeln geboten erscheint.

Zur Ausführung der Untersuchungen wurden 2 Spinnmaschinen, gleicher Art und Grösse — Nr. 54 und Nr. 55 — von je 80 Spindeln, die nebeneinander standen, abwechselnd durch das Dynamometer angetrieben; auf diese Weise konnten die Versuche ohne merkliche Betriebsstörung vorgenommen und die Maschinen für die Versuche entsprechend vorbereitet werden.

Um über die genannten Fragen vollständige Klarheit zu erlangen, wurden die Maschinen beim Leerlauf und während der Arbeitsperiode untersucht.

Die Bestimmung des Gesamtarbeitsaufwandes wurde möglichst während der ganzen Zeit der sogenannten Abzüge vorgenommen, da der Arbeitsaufwand bis zum Schluss des Abzuges ständig zunimmt (Anwachsen der Reibungswiderstände durch das Vollaufen der Spulen). Hierbei wurde auch noch der Einfluss der Stillstände der Maschinen während längerer Zeit — über Mittag, während der Nacht und über den Sonntag — untersucht. Die Stillstände machen sich dahin geltend, dass der Arbeitsaufwand für die ersten Abzüge unmittelbar nach den Stillständen ein grösserer ist als für die normalen Abzüge, da während der Stillstände die Temperatur der Maschine wie auch des ganzen Arbeitsraumes sinkt und dieses die Schmierfähigkeit des Öles wesentlich herabsetzt.

Ferner wurden auch noch besonders die Anlaufperioden der Maschinen untersucht. Da die Frage vorlag, die Spinnerei bezw. einen Teil derselben mit elektrischem Einzelantrieb zu versehen, so war die Ermittlung des grössten Kraftbedarfs erforderlich, um die Grösse der Motoren richtig wählen zu können.

Endlich wurde noch der Versuch angestellt, die Spinnmaschinen mit höheren Umdrehungszahlen (durch Einbau kleinerer Antriebsscheiben) laufen zu lassen, um auf diese Weise die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Die Untersuchung hatte den Zweck, festzustellen, in welchem Masse bei grösserer Leistung der Arbeitsbedarf der Maschinen steigt und ob die Anwendung höherer Umdrehungszahlen wirtschaftlich erscheint¹⁾.

1) Vergleich der Ölsorten.

Die Versuche wurden an der Spinnmaschine Nr. 55, ausgerüstet mit einer älteren Spindelkonstruktion $3\frac{3}{4}$ ", ausgeführt.

Anzahl der Spindeln 80; Durchmesser der Antriebsriemenscheibe 17"; normale Umdrehungszahl der Trommel 445 in der Minute.

¹⁾ Für die nachstehend beschriebenen Untersuchungen wurden im ganzen 125 Diagramme mittels des Dynamometers aufgenommen und ausgewertet.

a. Schmiermittel:

- für die Halslager der Spindeln Arktiköl,
- „ „ Fusslager „ „ Mineralöl,
- „ „ übrigen Lager Ätznöhl.

Mittelwerte für den Arbeitsbedarf aus den Diagrammen¹⁾

Leerlauf der Spinnmaschine eplt. **9.171 PS.**
 Arbeitsperiode.

Normale Abzüge:

in der Zeit von 10—12 Uhr vormittags 10.087 PS
 „ „ „ „ 3—4 „ nachmittags (10.259; — 10.081 PS)
 im Mittel 10.170 PS
 sonach im Mittel für die eingelaufene Spinnmaschine und den normalen Abzug
10.128 PS.

Der Arbeitsaufwand während eines normalen Abzuges steigt stetig, wie aus folgendem zu ersehen²⁾:

Normaler Abzug. Vormittags:

9.851; 10.201; 10.001; 9.801; 10.101; 10.101; 10.031; 10.001; 10.331; 10.451 PS;
 im Mittel **10.087 PS.**

Normaler Abzug. Nachmittags:

10.351; 9.901; 10.051; 10.001; 10.221; 10.291; 10.301; 10.401; 10.311; 10.901 PS;
 im Mittel **10.259 PS.**

[Der normale Abzug währt etwa 25—27 Minuten; in den vorstehenden Angaben sind die Anlaufperioden nicht mitberücksichtigt worden.]

Einfluss der Stillstände.

Mittelwerte des Arbeitsbedarfes für die vollen Abzüge (ausschliesslich Anlaufperiode), aufgenommen nach den Stillständen:

Stillstand 1 Stunde (über Mittag). Beginn 1 Uhr 2 Min. mittags.

- 1. Abzug: im Mittel 11.266 PS
- 2. „ „ „ 10.501 „
- 3. „ „ „ 10.620 „
- 4. „ „ „ 10.259 „
- 5. „ „ „ 10.081 „

Stillstand 12 Stunden (während der Nacht). Beginn 6 Uhr 10 Min. morgens.

- 1. Abzug: im Mittel 12.583 PS
- 2. „ „ „ 10.361 „

¹⁾ Bei sämtlichen nachstehend angeführten Werten ist die Korrektur des Dynamometers für die jeweilige Umdrehungszahl mitberücksichtigt.

²⁾ Vergl. Tafel II, Figur 1 die volle schwarze Linie für den normalen Abzug.

Stillstand 36 Stunden (über den Sonntag). Beginn 6 Uhr 5 Min. morgens.

Leider konnte wegen Undichtigkeit eines Ventiles am Dynamometer der erste Abzug nicht mit voller Genauigkeit aufgenommen werden; nur die Anfangswerte des Arbeitsbedarfes innerhalb der ersten 5 Minuten der Abzugszeit sind mit Sicherheit festgestellt worden:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Abzug | 17.211; — 14.321; — 13.551 PS |
| 2. „ im Mittel | 10,911 „ |

Aus diesem folgt, dass nach den kürzeren Stillständen bereits der zweite bzw. der dritte Abzug als normaler zu betrachten ist, hingegen nach dem längeren Stillstand wohl erst vom vierten Abzug an die Maschine als eingelaufen angesehen werden kann.

Der Überschuss an Arbeit, der aufgewendet werden muss, um die Maschine zum Einlaufen zu bringen, lässt sich am besten im Vergleich zur Arbeit eines normalen Abzuges graphisch darstellen, wie solches aus der Tafel II, Figur 1 zu ersehen. Auf der Abszissenaxe ist die Dauer eines vollen Abzuges aufgetragen, als Ordinaten der jeweils entsprechende Kraftbedarf im PS; auch hier fehlt die Anlaufperiode, daher die ersten Ordinaten etwa eine Minute nach dem Anlassen der Maschine aufgenommen wurden.

[In der Figur sind die Abzüge durch Farben kenntlich gemacht: volle schwarze Linie: normaler Abzug (Mittel); volle rote Linien: die ersten Abzüge nach dem Mittag; volle grüne Linien: die ersten Abzüge nach dem Stillstand über Nacht; volle gelbe Linien: die ersten Abzüge am Montag früh. Die gestrichelten Linien gehören den Untersuchungen mit dem sog. Ersatzzöl an.]

b. Schmiermittel: Ersatzzöl:

- | | |
|--|------------------|
| für die Halslager der Spindeln | Ersatz Arktiköl |
| „ „ Fusslager „ „ | „ im Mittel |
| „ „ übrigen Lager | Ersatz Ätnaöl. |
| Leerlauf der Spinnmaschine cpl. | 8.391 PS. |

Arbeitsperiode.

Normale Abzüge:

- | | |
|--|-----------|
| in der Zeit von 10—12 Uhr vormittags | 10.022 PS |
| „ „ „ „ 3—4 „ nachmittags | 10.072 „ |
| sonach im Mittel für die eingelaufene Spinnmaschine und den normalen Abzug | |
| 10.047 PS. | |

Auch hier ist das charakteristische Steigen des Arbeitsbedarfes gegen Ende des Abzuges zu bemerken und deutlich aus der Figur 1, Tafel II an der gestrichelten schwarzen Linie zu ersehen.

Einfluss der Stillstände.

Stillstand 1 Stunde (über Mittag). Beginn 1 Uhr 4 Min. mittags.

1. Abzug: im Mittel	11.297 PS
2. „ „ „	10.732 „
3. „ „ „	10.519 „
4. „ „ „	10.133 „
5. „ „ „	10.072 „

Auch hier kann die Maschine vom dritten Abzug an als eingelaufen angesehen werden.

Der Verlauf der ersten Abzüge nach dem Mittagsstillstand ist in der Figur 1, Tafel II durch die gestrichelten roten Linien dargestellt.

[Abzüge nach den langen Stillständen konnten in diesem Falle nicht aufgenommen werden.]

Ergebnisse der Versuche.

Leerlauf. Die Leerlaufsarbeit der Spinnmaschine ist durch die Anwendung des Ersatzöles um 0.78 PS (rund 8,5%) geringer geworden.

Arbeitsperiode.

Der günstige Einfluss des Ersatzöles beim Leerlauf geht jedoch beim Arbeiten der Maschine unter Belastung wieder verloren.

Die mittleren Werte für den Arbeitsbedarf der normalen Abzüge bei eingelaufener Maschine ergeben nur einen geringfügigen Unterschied:

$$10.128 \text{ PS} - 10.047 \text{ PS} = 0.081 \text{ PS,}$$

entsprechend rund 0,8% des Arbeitsbedarfs mit dem früheren Öl.

Einfluss der Stillstände.

Das Schaubild auf Tafel II, Figur 1 zeigt auch hier deutlich, dass beim Arbeiten unter Belastung das Ersatzöl keinen wesentlichen Arbeitsgewinn mit sich bringt.

Der Vergleich der Abzüge nach dem Mittagsstillstand ergibt keine Verkürzung der Zeit zum Einlaufen der Maschine, so dass auch hierin das Ersatzöl keine Vorteile bietet.

Aus den Linien der Abzüge nach dem Mittagsstillstand lässt sich folgern, dass auch nach den längeren Stillständen (12 bzw. 36 Stunden) keine Verringerung des Arbeitsbedarfes zu erwarten sein wird.

Es haben somit diese Versuche dargelegt, dass das Ersatzöl gegenüber dem früher gebrauchten Öl keine wesentliche Verringerung des Arbeitsbedarfes der Spinnmaschine ergibt und daher von der Verwendung desselben Abstand genommen werden kann.

2) Vergleich der Spindelkonstruktionen.

Die Versuche wurden an der Spinnmaschine Nr. 54 ausgeführt. Zunächst war die Maschine mit Original-Bergmannspindeln ausgerüstet; her-

nach wurde dieselbe Maschine nach Ausbau der Bergmannspindeln mit Kugellagerspindeln versehen. Anzahl der Spindeln 80.

a. Bergmannspindeln.

Antriebsriemenscheibe $16\frac{1}{2}$ " ; normale Umdrehungszahl der Trommel im Mittel 492 in der Minute. Schmiermittel für die Spindeln und die übrigen Lager Ätna- und Arktiköl. Mittelwerte für den Arbeitsbedarf aus den Diagrammen.

Leerlauf der Spinnmaschine cpl.	6.090 PS
„ der Spindeln allein	4.670 „

Arbeitsperiode.

Normale Abzüge (aufgenommen nur nachmittags in der Zeit von 2 Uhr 20 Min. bis etwa 5 Uhr). Für die eingelaufene Spinnmaschine im Mittel **8.67 PS.**

Das Anwachsen des Arbeitsaufwandes gegen das Ende des Abzuges zeigt die volle schwarze Linie auf der Tafel II, Figur 2.

Einfluss der Stillstände.

Stillstand 1 Stunde (über Mittag). Beginn 1 Uhr 2 Min. mittags.

1. Abzug: im Mittel	9.26 PS
2. „ „ „	8.94 „
3. „ „ „	9.01 „
4. „ „ „	8.85 „
5. „ „ „	8.55 „

Stillstand 36 Stunden (über den Sonntag). Beginn 6 Uhr 5 Min. morgens. Die Spulen waren zur Hälfte vollgesponnen, daher nur das Ende des ersten Abzuges aufgenommen werden konnte.

1. Abzug	13.38; 11.47; 10.98; 10.58; 10.45 PS
2. „ im Mittel	9.64 „
3. „ „ „	9.08; 9.19; 8.93 „

(Leider wurde kein voller Abzug aufgenommen, da man annahm, dass die Maschine schon eingelaufen sei, was aber nach den obigen Werten nicht ganz der Fall war.)

Den Überschuss an Arbeit zum Einlaufen der Maschine gibt das Schaubild auf der Tafel II, Figur 2. [Normaler Abzug: volle schwarze Linie (im Mittel); erster und zweiter Abzug nach dem Mittag: volle rote Linien; die ersten Abzüge am Montag früh: volle gelbe Linien. Die gestrichelten gleichfarbigen Linien gehören den Untersuchungen über die Kugellagerspindeln an.]

b. Kugellagerspindeln.

Antriebsriemenscheibe 17" ; normale Umdrehungszahl der Trommel im Mittel 475 in der Minute. Schmiermittel für die Spindeln Fette (Vaselin) und Arktiköl, die übrigen Lager Ätnaöl.

Leerlauf der Spinnmaschine eplt. 4.856 PS
 „ der Spindeln allein 3.440 „

Arbeitsperiode.

Normale Abzüge (aufgenommen nur nachmittags in der Zeit von 1 Uhr 35 Min. bis gegen 4 Uhr). Für die eingelaufene Spinnmaschine im Mittel **6.084 PS.**

Die gestrichelte schwarze Linie auf der Figur 2, Tafel II zeigt die Änderung des Arbeitsbedarfes während eines normalen Abzuges.

Einfluss der Stillstände.

Stillstand 1 Stunde (über Mittag). Beginn 1 Uhr 7 Min. mittags.

1. Abzug: im Mittel	6.676 PS
2. „ „ „	6.016 „
3. „ „ „	6.109 „
4. „ „ „	6.056 „
5. „ „ „	6.136 „

Nach diesen Ergebnissen konnte von der Untersuchung des Einflusses der längeren Stillstände Abstand genommen werden. Den Verlauf des ersten und zweiten Abzuges nach dem Mittag zeigen die gestrichelten roten Linien auf der Figur 2, Tafel II, aus der deutlich zu ersehen, dass die Maschine nach dem ersten Abzug als eingelaufen zu betrachten ist.

Ergebnisse der Versuche.

Leerlauf. Die Leerlaufarbeit der Spinnmaschine ist durch den Einbau der Kugellagerspindeln um 1.234 PS (20.26%) geringer geworden. Dieses ist bedingt durch den geringeren Arbeitsverbrauch der Spindeln selbst (4.670 PS für die Bergmannspindel, 3.440 PS für die Kugellagerspindel).

Arbeitsperiode.

Das günstige Ergebnis beim Leerlauf wird durch das Arbeiten unter Belastung noch erheblich gesteigert. Für die normalen Abzüge verbrauchen die Kugellagerspindeln um 2.586 PS (rund 29.82%) weniger Arbeit als die Bergmannspindeln. Dieses hat seinen Grund in der bekannten Eigenschaft der Kugellager, mit zunehmender Belastung nur wenig mehr an Reibungsarbeit gegenüber dem Leerlauf zu verlangen.

Einfluss der Stillstände.

Der Vergleich der Linien auf der Tafel 2, Fig. 2 sowie der Mittelwerte für die Abzüge nach dem Mittag zeigt hier die gleiche Arbeitersparnis wie bei den normalen Abzügen. Auch die Zeit zum Einlaufen der Maschine ist bei den Kugellagerspindeln geringer und vom zweiten Abzug an kann die Maschine als vollständig eingelaufen angesehen werden.

Es geht aus diesen Versuchen somit unzweifelhaft hervor, dass die Kugellagerspindel der Bergmannspindel nach allen Richtungen hin ganz

bedeutend überlegen ist und der Ersatz der Bergmannspindeln durch Kugellagerspindeln für die normale Arbeit einen Arbeitsgewinn von rund 29 % gewährleistet.

2a) Untersuchung der Arbeit der Spinnmaschine bei höherer Umlaufzahl der Spindeln.

Die vorstehend untersuchte Spinnmaschine Nr. 54 wurde im Anschluss an die Versuche zwecks Vergleich der Spindelkonstruktionen mit kleineren Antriebsriemenscheiben ausgerüstet, um den Spindeln eine höhere Umlaufzahl erteilen zu können.

a. Bergmannspindeln.

Antriebsriemenscheibe 14" (16 $\frac{1}{2}$ "¹⁾). Umdrehungszahl der Trommel im Mittel 570 in der Minute (492 in der Minute).

Leerlauf der Spindeln 6.34 PS (4.67 PS)

Arbeitsperiode im Mittel 10.571 „ (8.67 „)

Die Dauer eines Abzuges wurde durch die höhere Umlaufzahl der Spindeln um rund 2.5 Minuten verringert. Die Dauer eines normalen Abzuges beträgt im Mittel 22.6 Minuten.

b. Kugellagerspindeln.

Antriebsriemenscheibe 17" (15"). Umdrehungszahl der Trommel im Mittel 540 in der Minute (475 in der Minute).

Leerlauf der Spindeln 3.634 PS (3.440 PS)

Arbeitsperiode im Mittel 7.33 „ (6.084 „)

Auch hier wurde eine Verringerung der Dauer des Abzuges um denselben Wert, wie oben festgestellt, gegenüber der normalen Dauer eines Abzuges von 22—23 Minuten.

Ergebnisse der Versuche.

Die Schaubilder auf Tafel III geben ein deutliches Bild der Arbeit der Maschinen bei den veränderten Verhältnissen. Die schwarzen Linien gehören der Bergmannspindel, die roten der Kugellagerspindel an (volle Linien — normale Arbeit; gestrichelte Linien — Arbeit bei erhöhter Umdrehungszahl).

Durch die gesteigerte Arbeitsgeschwindigkeit wird ein Zeitgewinn von rund 11 % erzielt, dem im Falle der Bergmannspindel ein Mehraufwand an Arbeit von 21.9 % entspricht. Die Kugellagerspindel erweist sich auch in diesem Falle der Bergmannspindel überlegen, indem derselbe Zeitgewinn mit einem Arbeitsmehraufwand von rund 20.5 % erreicht werden kann.

Es geht aus diesem klar hervor, dass der Zeitgewinn mit zu grossen Opfern an Kraft erkauft wird; zieht man ferner noch in Betracht, dass bei der höheren Umlaufzahl der Spindeln ein häufiges Reissen der Fäden

1) Die in den Klammern befindlichen Zahlen sind die normalen Werte.

eintritt, wodurch die Bedienung der Maschine erschwert wird und die gesteigerte Leistung zum Teil wieder verloren geht, so dürfte sich die Erhöhung der Umlaufzahlen der Spindeln für beide Spindelkonstruktionen als nicht zweckmässig erweisen.

3) Untersuchung des Anlaufs der Spinnmaschine.

a. Maschine Nr. 55. Spindeln $3\frac{3}{4}$ “.

Das Anlassen der Maschine wurde unter normalen Betriebsverhältnissen, d. h. bei gleichzeitiger Einführung des Spinnmaterials, vorgenommen. Naturgemäss muss, um ein Reißen der Fäden zu verhüten, die Maschine verhältnismässig langsam in Gang gebracht werden, wozu eine Zeit von rund 3—4 Sekunden erforderlich ist. Je kürzer die Anlassdauer, um so grösser der erforderliche Arbeitsaufwand, wie aus nachfolgendem zu ersehen.

Anlassdauer	Arbeitsverbrauch (Höchstwert)
3 Sekunden	24.3 PS
3.3 „	22.7 „
4 „	18.9 „

Den Verlauf der Kraftänderung während des Anlassens veranschaulicht die Figur 1, Tafel IV entsprechend der Anlassdauer von 3 Sekunden. Im Anschluss hieran wurden noch Versuche mit derselben Maschine im Leerlauf vorgenommen. Hierbei wurde unter anderem die Anlassdauer auf das geringste Mass herabgesetzt, um so den Höchstwert des Arbeitsverbrauches beim Anlassen zu ermitteln.

Anlassdauer	Arbeitsverbrauch
1.25 Sekunden	28.7 PS
3.3 „	21.9 „

Die Schaubilder auf Tafel IV, Figur 2 (Anlassdauer 1.25 Sekunden) und Figur 3 (Anlassdauer 3.3 Sekunden) zeigen eine verschiedene Gestalt, je nachdem das Einrücken plötzlich oder allmählich vor sich geht. Im ersteren Falle steigt die Kraft nach einer fast senkrechten Linie bis zum Höchstwert, um dann in Zickzacklinien allmählich zu fallen; beim langsamen Einrücken hingegen findet genau das Umgekehrte statt.

b. Maschine Nr. 54.

Bei dieser Maschine wurde der Anlauf nur nach Einbau der Kugellagerspindeln untersucht. Die Anlassdauer konnte ohne nachteiligen Einfluss auf den Spinnprozess erheblich verkürzt werden.

Für den normalen Betrieb ergaben sich folgende Werte für den Arbeitsverbrauch beim Anlassen:

Antriebsriemenscheibe 17“	Anlassdauer 1.2 Sekunden	22.06 PS
„ 15“	„ „	25.7 „

Diesem entsprechen die Schaubilder Figur 4 u. 5, Tafel IV.

Ergebnisse der Versuche.

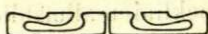
Die Gegenüberstellung der mittleren Arbeitswerte für die normalen Abzüge und der Höchstwerte für den Anlauf der Maschinen zum normalen Abzug gibt folgendes Bild für den Arbeitsmehraufwand:

	Arbeitsverbrauch:		
	Höchstwert	Normale Arbeit	Überschuss in %
Spindeln 3 ³ / ₄ "	24.3 PS	10.128 PS	rund 140%
Kugellagerspindeln (17" Riemen- scheibe)	22.06 "	6.084 "	262.6%
Kugellagerspindeln bei höherer Umlaufzahl (15" Riemenscheibe)	25.7 "	7.33 "	250.6%

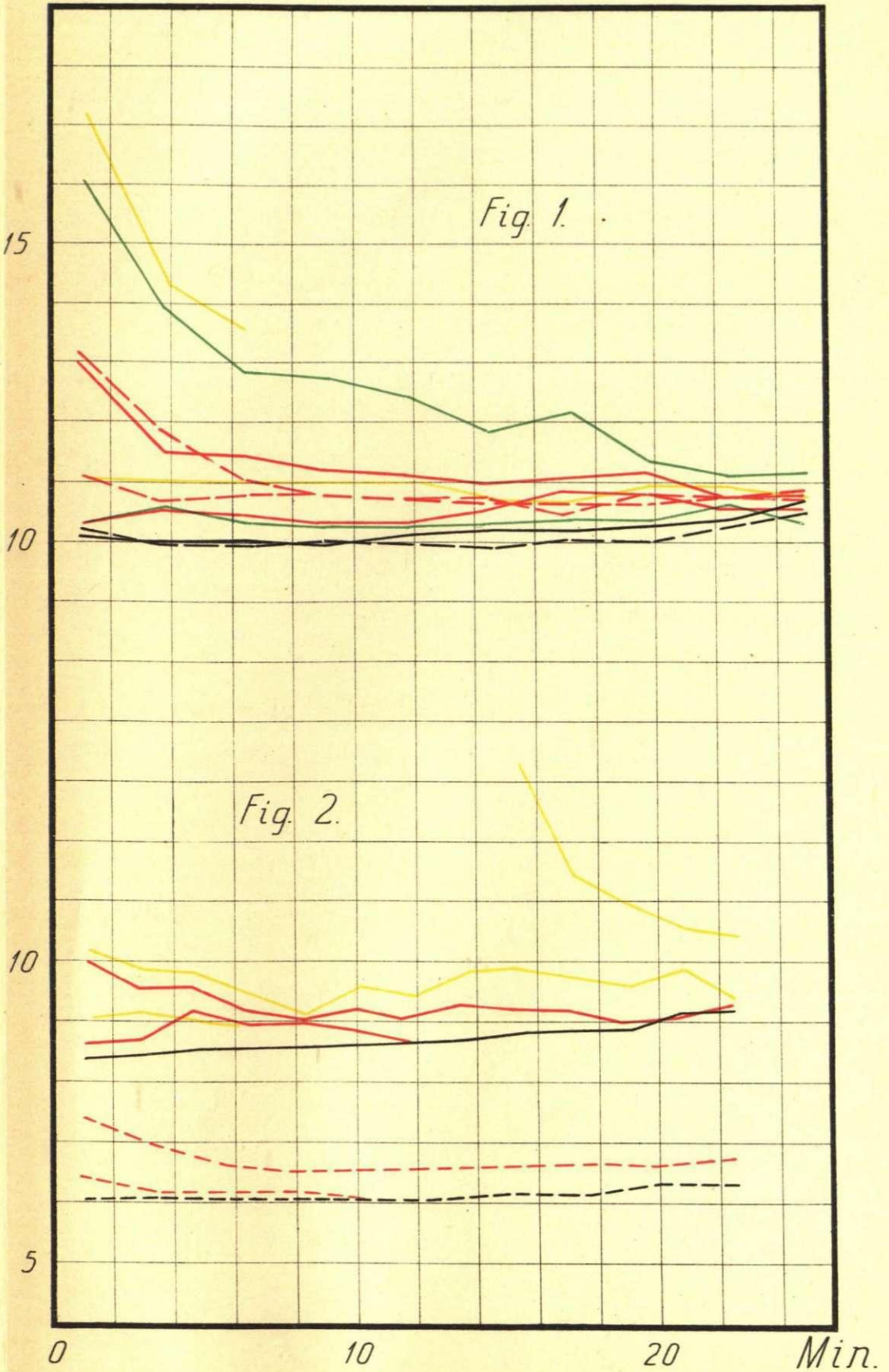
Es folgt aus diesem ohne weiteres, dass für den Fall elektromotorischen Einzelantriebes für diese Spinnmaschinen Motoren zu wählen sind, die erhebliche Überlastungen vertragen können. Hierbei ist jedoch nicht ausser acht zu lassen, dass die Beschleunigung der Massen der Maschine durch das Anlaufen des Elektromotors viel allmählicher vor sich geht, als bei den untersuchten Riemenantrieben, so dass die tatsächliche Überlastung der Motoren weit unterhalb der oben angeführten Höchstwerte liegen dürfte. Berücksichtigt man hierbei noch den Umstand, dass die üblichen Konstruktionen der Elektromotoren während der Dauer einiger Minuten (bis 3 Minuten) Überlastung bis 50% ihrer Leistung zulassen, wie es hier aber mit Überlastungen während der Dauer nur einiger Sekunden zu tun haben, so dürften für die untersuchten Maschinen Motoren folgender Leistung am Platze sein:

Maschine mit Spindeln 3³/₄" (normale Arbeit im Mittel 10.128 PS):
Leistung des Elektromotors **12 PS.**

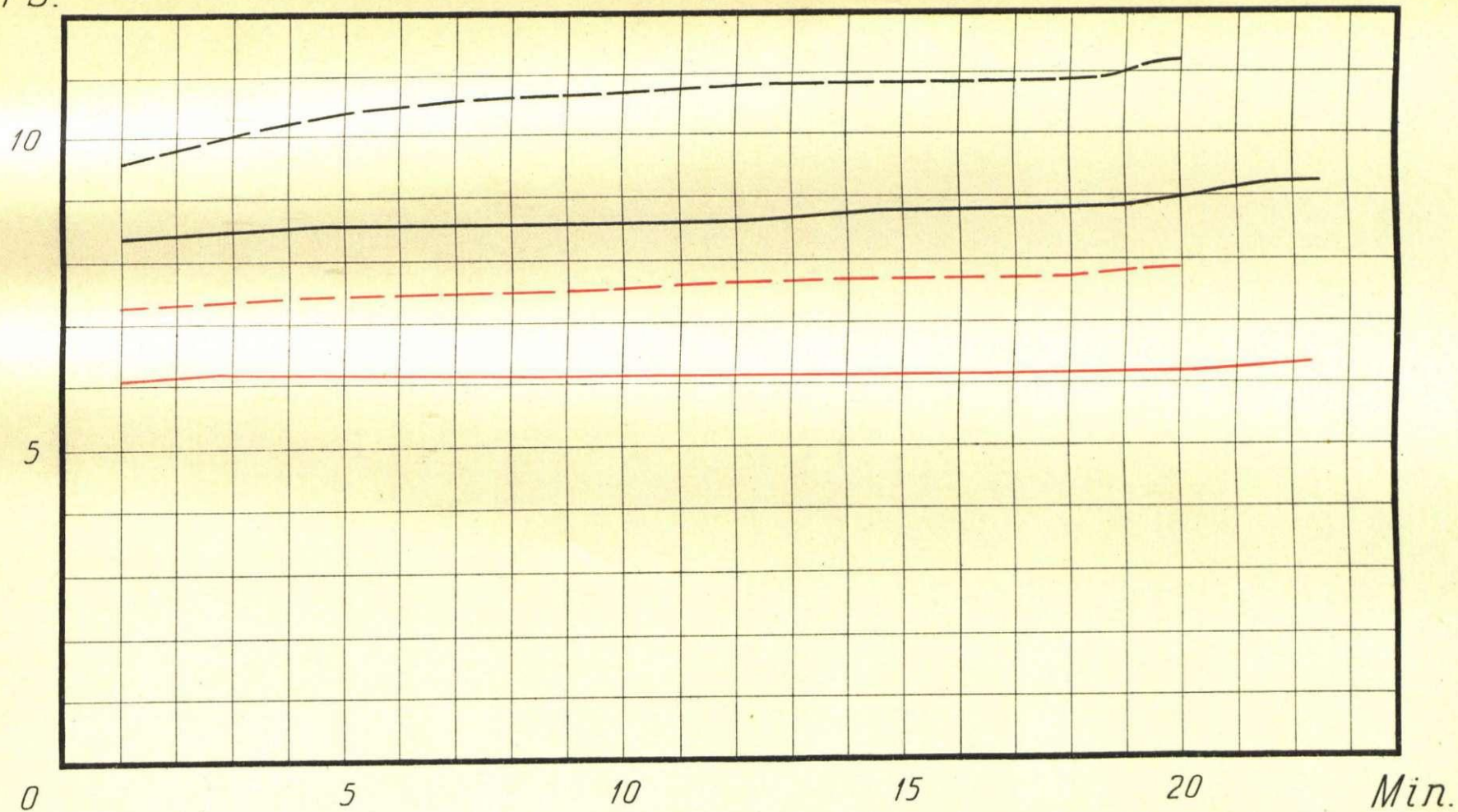
Maschine mit Kugellagerspindeln (normale Arbeit im Mittel 6.084 PS):
Leistung des Elektromotors **8 PS.**



PS.



PS.



Der Saugheber.

Von a. o. Prof. N. Schiemann.

Die Versorgung von Fabriken, industriellen Unternehmungen und Städten mit Wasser aus Flüssen, Teichen oder Seen geschieht heute meist auf zweierlei Art: entweder saugen die Pumpen durch eine oder mehrere Saugleitungen direkt aus dem Flusse oder See, falls die Entfernung nicht zu gross ist, oder es wird eine meist unterirdische Zuleitung zu einem Sammelbrunnen so angelegt, dass diesem das Wasser durch sein natürliches Gefälle zufliesst.

Beide Anordnungen sind nicht einwandfrei.

Lange, mit der Pumpe direkt verbundene Saugleitungen wirken leicht störend auf den Gang der Pumpe, namentlich, wenn mehrere Pumpen aus einer gemeinsamen Leitung zu saugen haben. Jede, zuweilen sogar scheinbar geringfügige Undichtigkeit der Saugleitung kann durch Schwingungen, die das luftdurchsetzte Wasser in der langen Leitung unter den taktmässigen Impulsen der Pumpe ausführt, zur Quelle arger Betriebsstörungen werden.

In Erkenntnis dieser Gefahr werden, wenigstens bei grösseren Pumpen, heute lange Saugleitungen prinzipiell vermieden. Man legt zu diesem Zweck in möglichster Nähe der Pumpen einen Brunnen an, dem das Wasser beim Arbeiten der Pumpen durch eigenes Gefälle zufliesst.

Gegen diese letztere Anordnung ist nun zwar prinzipiell nichts einzuwenden, einerlei, ob es sich hierbei um offene oder geschlossene Kanäle, oder um Rohrleitungen handelt.

Bedingung ist nur, dass Rohrleitung resp. Kanal einen genügenden Durchmesser erhalten und namentlich dass sie so tief verlegt werden, dass auch bei tiefstem vorkommenden Wasserstande das Rohr etc. genügend tief unter dem Wasserspiegel liegt, um bei dieser verringerten Druckhöhe noch das erforderliche Wasserquantum zu fördern.

Gegen die zweite Bedingung wird nun aber meist arg gesündigt. Einestheils sind die erheblichen Kosten, die die tiefe Verlegung von Rohrleitungen verursacht, daran schuld, dass man ein tieferes Verlegen schent, anderenteils sind dem Erbauer eines neuen Werkes oft nicht mit genügender Genauigkeit die niedrigsten Wasserstände bekannt.

Sei die Ursache nun welche sie wolle: falsch angebrachte Sparsamkeit oder Unkenntnis der örtlichen Verhältnisse, in jedem Falle treten ernste

Betriebsstörungen, wenn nicht gar Betriebsunterbrechungen bei jedem niedrigen Wasserstande auf.

Was solche Störungen für Kosten verursachen, braucht wohl nicht näher erläutert zu werden. Jedenfalls ist es ratsam, in zweifelhaften Fällen die Kanalsohle resp. Rohrachse um einen halben Meter tiefer zu legen, wenn man dem unangenehmen Zustande aus dem Wege gehen will, eines schönen Tages auf dem trocknen zu sitzen. Auf die bekannten „ältesten Leute“ kann man sich auch nicht immer verlassen.

In allen Fällen, wo direkte Saugleitungen zu lang werden würden, und man infolgedessen die Anordnung eines Sammelbrunnens vorsehen muss, aus dem die Kondensatoren der Dampfmaschinen und die Pumpen der Wasserversorgung zu saugen haben, wird sich die Anlage einer Heberleitung in der Regel viel billiger stellen, als die Anlage eines Zuflusses mit natürlichem Gefälle.

Erstens fällt das beschwerliche und kostspielige Arbeiten unter dem Niveau des Wasserlaufes und des Grundwassers mit den dabei erforderlichen Spundwänden und Wasserhaltungen ganz fort, da die Rohrachse immer höher liegt, als der Wasserspiegel des Flusses oder Sees. Selbst in dem Ausnahmefall, dass die Sohle des Rohrgrabens unter dem Spiegel des Grundwassers liegen sollte, entwässert sich der Graben durch natürliches Gefälle in den Fluss.

Zweitens ist zu beachten, dass man bei Hebern meist mit viel grösseren Wassergeschwindigkeiten rechnen kann, als bei Leitungen für natürliches Gefälle, da man aus Gründen der Sparsamkeit bei den letzteren stets das Bestreben haben wird, diese Zuläufe möglichst hoch zu verlegen.

Die Möglichkeit höherer Wassergeschwindigkeit lässt kleinere Rohrdurchmesser zu, was weiter verbilligend auf die ganze Anlage wirkt.

Die grössere Geschwindigkeit des Wassers hat aber noch den sehr grossen Vorteil, dass die Ablagerung von Sinkstoffen im Rohr geringer wird, womit Zuleitungen für natürliches Gefälle sehr zu kämpfen haben.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass selbst sehr weitgehende Vorsicht in bezug auf die Annahme des voraussichtlich niedrigsten Wasserstandes nur ganz unwesentlich die Kosten der Anlage steigert: es ist dazu nur erforderlich, das Saugende des Hebers etwas tiefer in das Wasser des Flusses tauchen zu lassen und den Sammelbrunnen etwas tiefer zu graben.

Selbst in dem Falle, dass trotz aller Vorsicht doch noch niedrigere Wasserstände vorkommen sollten, als man angenommen hat, ist ein nachträglicher Umbau leicht ausführbar: es ist der Heber nur an beiden Enden etwas zu verlängern und höchstens der Sammelbrunnen um ein wenig zu vertiefen, — Arbeiten, die im Vergleich zur Tieferlegung einer Leitung für natürliches Gefälle kaum in Frage kommen.

Eine dem Verfasser bekannte Fabrik entnahm ihr Wasser zu Kondensations- und Fabrikationszwecken einem Sammelbrunnen, der mit dem etwa 50 m entfernten Fluss durch eine Leitung für natürliches Gefälle verbunden war. Zu Zeiten niedrigen Wasserstandes im Fluss, der von der jeweiligen Windrichtung abhängig ist, hatte die Fabrik immer mit Wassermangel zu kämpfen, da die Zufussleitung von dem ursprünglichen Erbauer nicht tief genug verlegt worden war, auch für die inzwischen stark gesteigerte Wasserentnahme einen zu geringen Durchmesser hatte.

Auf Rat des Verfassers wurde statt einer neuen Leitung für natürlichen Zufluss eine Heberleitung gebaut, die für 6 m³ pro Minute berechnet wurde.

Trotz grosser Vorsicht bei Annahme des niedrigsten Wasserstandes trat nach mehrwöchentlicher Dauer ungünstigen Windes ein so niedriger Wasserstand ein, dass das flussseitige Heberende in Gefahr kam, aus dem Wasser zu tauchen. Die „ältesten Leute“ hatten wieder einmal versagt. Doch war dem Übel sehr bald abgeholfen: ein inzwischen vorbereitetes Rohrstück von ca. 400 mm Länge wurde in einer Betriebspause in den flussseitigen Schenkel des Hebers im Laufe einer halben Stunde eingeschaltet, und alle Gefahr einer Betriebsstörung war beseitigt.

Die alte Zuleitung hat diese ganze Periode ungewöhnlich niedrigen Wasserstandes hindurch fast trocken gelegen, zur Zeit des Minimums lag ihr unterer Rand mehrere Zoll über Wasser.

Es ist leider nicht ausgerechnet worden, wievielmals sich der Heber bei dieser Gelegenheit bezahlt gemacht hat.

Wenn nun der Heber heute noch auf Fabriken wenig Anwendung findet, so mag das einerseits darin seine Erklärung finden, dass man bisher mit langen Saugleitungen an Kolbenpumpen viel schlechte Erfahrungen gemacht hat, und andererseits daran, dass selbst heute noch über die Wirkung des Hebers ziemlich unklare und falsche Vorstellungen herrschen.

Das meiste Unheil richtet dabei der Begriff „Vakuum“ an und die Ansicht, dass die Bewegung des Wassers in „Saugleitungen“ nicht denselben Gesetzen folge, wie in Druckleitungen.

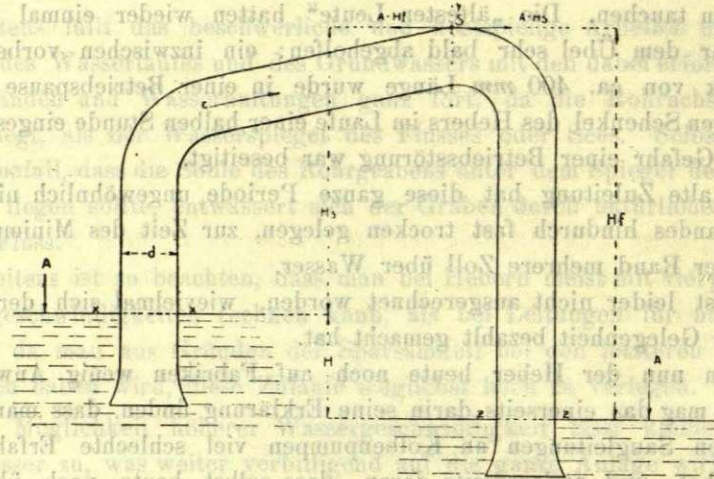
Die ganze Frage gewinnt viel an Klarheit, wenn man den Begriff „Vakuum“ ganz ausschaltet und nur mit positiven Drücken rechnet, was in den folgenden Untersuchungen auch geschehen soll. Zu diesem Zweck sollen alle Drücke in absoluten Atmosphären gemessen werden, wobei der Druck der äusseren Atmosphäre gleich 1 at absolut gleich 10 m Wassersäule gesetzt wird, was einem Barometerstande von 735,51 mm Quecksilbersäule entspricht. Dieser Druck ist der einzige positive, der uns zur Erzeugung der Bewegung im Heber oder allgemein in einer Saugleitung zur Verfügung steht, und dieser Druck seiner Natur nach ein begrenzter ist, während in Druckleitungen im allgemeinen ein unbegrenzter Druck zur Ver-

fügung steht, so ist dieses bei Berechnung eines Hebers wohl zu beachten. Diese Bedingung aber, die relativ eng begrenzte zur Verfügung stehende Kraft, ist das einzige, wodurch sich die Berechnung eines Hebers resp. einer Saugleitung von der einer Druckleitung unterscheidet.

Zur Lösung unserer Aufgabe ist es erforderlich, zu untersuchen, welchen Druck die Flüssigkeit in jedem Punkte auf die Rohrwandungen ausübt. Da für den vorliegenden Zweck die Beschränkung auf Wasser genügend ist, so sei hier die Anwendung der Gesetze auf andere Flüssigkeiten nicht weiter untersucht.

A. Heber vollständig mit Wasser gefüllt.

Zur Bestimmung des Flüssigkeitsdruckes auf die Rohrwandungen betrachten wir zunächst den mit Wasser vollständig gefüllten ruhenden Heber (Fig. 1).



Figur 1.

Alle Drücke seien nach heute allgemein üblichem Vorgange in Metern Wassersäule (m WS) gemessen, wobei $10 m$ WS = 1 at abs. sind.

Wir stellen uns vor, dass der Heber von kreisförmigem Querschnitt in der Ebene $X-X$ durch eine massenlose Scheibe geschlossen sei, die sich reibungsfrei im Heber bewegen kann. Eine ebensolche Scheibe sei im Querschnitt $Y-Y$ angebracht, doch sei diese zweite Scheibe vorläufig unbeweglich befestigt.

Auf diese Weise stellt der steigende Ast des Hebers ein wassergefülltes Gefäß mit festem oberem und beweglichem unterem Boden dar.

Ist nun nach Fig. 1 der Abstand des Heberscheitels S vom oberen oder Saugwasserspiegel H_s m , so muss auf den unteren beweglichen Boden $X-X$ pro Flächeneinheit ein Druck von H_s m WS ausgeübt werden, um

der im Heber befindlichen Wassersäule von ebenfalls H_s m Höhe das Gleichgewicht zu halten. Der Druck des Wassers auf die Rohrwand beträgt dann im Niveau $X-X$ H_s m WS , im Punkte S

$$H_s - H_s = 0 \text{ m } WS \dots \dots \dots (1)$$

Dieser Druck von $0 \text{ m } WS$ kann aber bei einer verdampfaren Flüssigkeit nicht bestehen, da sich über derselben sofort Dampf entwickeln muss von einer Spannung, wie sie der Temperatur der Flüssigkeit entspricht. Bezeichnen wir die Spannung des gesättigten Dampfes bei der gegebenen Temperatur mit σ at abs., so ist seine Spannung, gemessen in m WS , $= 10\sigma \text{ m } WS$.

Um also eine Dampfbildung zu verhindern, mit anderen Worten, um den Heber ganz gefüllt zu erhalten, muss im Scheitel des Hebers, im Punkte S , mindestens ein Druck von $10\sigma \text{ m } WS$ herrschen.

Um ein Sinken der Wassersäule zu verhindern, ist also auf die Scheibe $X-X$ ein Druck auszuüben von mindestens

$$H_s + 10\sigma \text{ m } WS.$$

Der Druck im Niveau $X-X$ ist dann

$$H_s + 10\sigma \text{ m } WS$$

und im Scheitel S

$$H_s + 10\sigma - H_s = 10\sigma \text{ m } WS.$$

Steigert man den Druck auf $X-X$ noch weiter um eine Grösse P , so beträgt der Druck in der Ebene $X-X$

$$P + H_s + 10\sigma \text{ m } WS \dots \dots \dots (2)$$

und im Punkte S

$$P + H_s + 10\sigma - H_s = P + 10\sigma \text{ m } WS \dots \dots \dots (3)$$

Nun pflanzt sich aber nach dem Gesetz der Übertragung des Druckes in Flüssigkeiten der Druck A der äusseren Atmosphäre auch auf die Scheibe $X-X$ fort; wählt man nun P so, dass

$$P = A - (H_s + 10\sigma), \dots \dots \dots (4)$$

so geht Gleichung (2) für den Druck in der Ebene $X-X$ in die Form über:

$$A - (H_s + 10\sigma) + (H_s + 10\sigma) = A \dots \dots \dots (5)$$

und Gleichungen (3) für den Druck im Punkte S :

$$A - (H_s + 10\sigma) + (H_s + 10\sigma) - H_s = A - H_s \dots \dots \dots (6)$$

wobei die Bedingung zu beachten ist:

$$A - H_s > 10\sigma \dots \dots \dots (7)$$

Solange es sich um die Förderung kalten Wassers handelt, ist diese Bedingung von keinem sehr grossen Einfluss, wie aus Tabelle I hervorgeht; bei Förderung heissen Wassers aber oder leicht siedender Flüssigkeiten, z. B. Alkohol, Äther etc., ist diese Bedingung von grosser Bedeutung.

Tabelle I.

Werte der Spannung des Wasserdampfes in m WS . (Nach Zeuner.)

Temperatur Grad. C	10	20	30	40	50	70
$10\sigma = m$ WS	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	3,17

Bei Berechnung des Hebers hat man natürlich die vermutlich höchste Temperatur zu berücksichtigen, wobei namentlich bei Förderung von Wasser aus flachen Gewässern die Sommertemperatur des Wassers in warmen Gegenden nicht zu niedrig einzuschätzen ist. Schon in unserem Klima werden unter den angegebenen Verhältnissen 30 Grad C erreicht und ausnahmsweise sogar überschritten.

Untersuchen wir nun die Druckverhältnisse im fallenden Ast des Hebers, so finden wir, da auch im Querschnitt $Z-Z$ (Fig. 1) der Druck der Atmosphäre A herrscht, auf Grund einer ganz analogen Rechnung, dass im Punkte S auf der Seite des fallenden Astes ein Druck

$$A - H_f \dots \dots \dots (8)$$

herrscht, der dem auf Seite des steigenden Heberastes entgegengesetzt gerichtet ist.

Soll auch der fallende Heberast stets bis zum Scheitel mit Wasser gefüllt sein, so muss auch hier die Bedingung erfüllt sein:

$$A - H_f > 10\sigma \dots \dots \dots (9)$$

Aus Gründen, die später anzuführen sind, ist die Erfüllung dieser Bedingung aber für ein gutes Arbeiten des Hebers nicht erforderlich, soll aber vorläufig als erfüllt angesehen werden.

Betrachten wir nun unsere Fig. 1, so sehen wir, dass im Punkte S auf die Scheibe $Y-Y$ wirken:

$$\begin{array}{l} \text{von links nach rechts: der Druck } A - H_s \} \\ \text{von rechts nach links: " " } A - H_f \} \end{array} \dots \dots \dots (10)$$

Beides sind positive Drücke.

Ein Blick auf die Figur zeigt, dass

$$A - H_s > A - H_f \dots \dots \dots (11)$$

ist. Denken wir uns nun das Bewegungshindernis der Scheibe $Y-Y$ beseitigt, so dass sie sich gleich der Scheibe $X-X$ reibungsfrei in der Achse des Rohres verschieben kann, so wird sie, der Druckdifferenz folgend, sich in der Richtung des grösseren Druckes zu bewegen anfangen, im Falle der Fig. 1 also von links nach rechts.

Der auf die Scheibe $Y-Y$ ausgeübte Druck

$$H_s - H_f = H$$

ist aus leicht ersichtlichen Gründen bei vollständig gefülltem Heber in jedem ihrer Punkte konstant.

Der auf $X-X$ lastende Luftdruck A wird diese Scheibe heben und gleichzeitig für ein Nachströmen des Wassers sorgen — der Heber beginnt zu arbeiten, und zwar wie eine Druckleitung gleicher Form, in der zur Bewegung des Wassers ein Druck von $Hm WS$ zur Verfügung steht.

Die vorstehenden Betrachtungen bezogen sich auf den vollständig mit Wasser erfüllten ruhenden Heber. Sobald aber das Wasser im Heber sich zu bewegen anfängt, ändern sich die Druckverhältnisse sofort gemäss

den allgemeinen hydraulischen Gesetzen über die Bewegung des Wassers in geschlossenen Leitungen.

Um den Heber im Scheitel voll gefüllt zu erhalten, muss auch bei arbeitendem Heber die Bedingung erfüllt sein, dass der Druck im Heberscheitel mindestens 10σ *m WS* betragen muss.

Wir setzen im folgenden voraus, dass der Abstand der Wasserspiegel im Fluss und Sammelbrunnen während der Arbeit des Hebers erhalten bleibt, d. h.
 $H = \text{Konst.}$

Ist die Geschwindigkeit im Heber im Beharrungszustande *cm/se*, so ist die zur Beschleunigung des in den Heber eintretenden Wassers aufzuwendende Druckhöhe

$$\frac{c^2}{2g} \text{ m WS.}$$

Die Widerstände im Heber selbst zerfallen in

Widerstände beim Eintritt in den Heber,

„ „ Austritt aus dem Heber,

„ bei Richtungsänderungen,

„ durch Reibung des Wassers an den Rohrwandungen.

Die Widerstände werden am bequemsten durch sogenannte „Widerstandshöhen“ ausgedrückt, d. h. dadurch, dass man angibt, wieviel Meter des vorhandenen Gefälles zu ihrer Überwindung aufgebraucht werden.

Wir bezeichnen nach dem empfehlenswerten Werke von K. Hartmann und J. O. Knoke „Die Pumpen“, dessen dritte Auflage von Prof. H. Berg-Stuttgart bearbeitet worden ist, durch

Σh_s die Summe aller Widerstandshöhen vom Eintritt in den Heber bis zu seinem Scheitel,

Σh_f die Summe aller Widerstandshöhen vom Heberscheitel bis zu seinem Ende,

c die Geschwindigkeit des Wassers im Heber,

c_a „ „ „ „ beim Austritt aus dem Heber,
 alles in *m/sec*,

H_w den hydraulischen Druck im Heberscheitel, in *m WS*,

L_s die Länge des Rohres vom Eintritt bis zum Scheitel, in *m*,

L_f „ „ „ „ „ Scheitel bis zum Austritt, in *m*.

Die Untersuchung der Druckverhältnisse ist für den steigenden und fallenden Ast des Hebers getrennt durchzuführen.

Allen nach oben gerichteten Drücken geben wir dabei das positive, allen nach unten gerichteten das negative Vorzeichen.

Das Vorzeichen für die Widerstandshöhen ergibt sich aus der Überlegung, dass der Widerstand immer der Bewegungsrichtung entgegengesetzt wirkt.

Im steigenden Ast wirken

nach oben: A ,

„ unten: H_s ; $\frac{c^2}{2g} \Sigma h_s$.

Der Druck im Heberscheitel ist also:

$$H_w = A - H_s - \frac{c^2}{2g} - \Sigma h_s \geq 10\sigma \quad (12)$$

Im fallenden Ast wirken:

nach oben: A und die der Reaktion des mit der Geschwindigkeit c_a austretenden Wassers entsprechende Geschwindigkeitshöhe $\frac{c_a^2}{2g}$ sowie die Reibungshöhe Σh_f ;

nach unten: H_f und die der lebendigen Kraft des Wassers entsprechende Geschwindigkeitshöhe $\frac{c^2}{2g}$.

Aus den im fallenden Ast herrschenden Drücken ergibt sich ein zweiter Ausdruck für H_w :

$$H_w = A + \frac{c_a^2}{2g} + \Sigma h_f - H_f - \frac{c^2}{2g} \geq 10\sigma \quad (13)$$

Vereinigt man die Gleichungen (12) und (13), so folgt

$$A - H_s - \frac{c^2}{2g} - \Sigma h_s = H_w = A + \frac{c_a^2}{2g} + \Sigma h_f - H_f - \frac{c^2}{2g} \geq 10\sigma \quad (14)$$

Eine Umformung dieser Gleichung ergibt

$$H_f - H_s = H = \Sigma h_s + \Sigma h_f + \frac{C_a^2}{2g} \quad (15)$$

Das Gefälle H wird also benutzt, um erstens alle Widerstände zu überwinden und zweitens, um dem Wasser die Austrittsgeschwindigkeit c_a zu erteilen.

Hierbei ist zu beachten, dass die Bedingungsgleichung (12)

$$H_w = A - H_s - \frac{c^2}{2g} - \Sigma h_s \geq 10\sigma$$

stets erfüllt sein muss.

Eine Betrachtung der Gleichung (15) lehrt, dass bei gegebenem konstantem Gefälle H eine Regelung der vom Heber zu liefernden Wassermenge Q dadurch erreichbar ist, dass man durch Verengerung des Austrittsquerschnittes des Hebers die Austrittsgeschwindigkeit c_a steigert. Dieses wird praktisch dadurch erreicht, dass man am Austrittsende des Hebers einen Schieber anordnet, durch dessen Verstellung der Wasserzufluss geregelt wird.

Bezeichnen wir durch

$F = \frac{d^2 \pi}{4}$ den Querschnitt des Hebers in m^2 ,

F_a den Austrittsquerschnitt des Hebers in m^2 ,

c die Geschwindigkeit des Wassers im Heberrohr in m/sec ,

c_a die Geschwindigkeit im Austrittsquerschnitt in m/sec ,

Q das pro *sec* vom Heber gelieferte Wasserquantum in m^3/sec ,

so muss nach dem Gesetze kontinuierlicher Strömung sein:

$$Q = F \cdot c = F_a \cdot c_a.$$

Ist das Gefälle H nicht konstant, was meistens der Fall sein wird, so wird es bei jeder Wasserentnahme Q sich automatisch auf diejenige Grösse einstellen, die zur Überwindung der hydraulischen Widerstände und zur Erzeugung der Geschwindigkeit c_a erforderlich ist. Mit steigender Wasserentnahme aus dem Sammelbrunnen wird H sich vergrössern, d. h. der Wasserspiegel im Brunnen wird sinken.

Zu beachten ist aber, dass das Maximum der Wasserlieferung des Hebers bei demjenigen Werte von H erreicht wird, bei dem die Pressung H_w nach Gleichung (12) im Heberscheitel ihren Grenzwert 10σ erreicht hat. Eine weitere Absenkung des Brunnenspiegels erhöht die Leistung des Hebers nicht. Aus Gleichung (12) ergibt sich c_{max} zu:

$$c_{max} = \sqrt{2g(A - H_s - \Sigma h_s - 10\sigma)} \quad (16)$$

Die Grösse von H_f , bei der c_{max} erreicht wird, ergibt sich aus Gleichung (13) zu:

$$H_f = A + \frac{c_a^2}{2g} + \Sigma h_f - \frac{c^2}{2g} - 10\sigma \quad (17)$$

Eine Vergrösserung von H_f über diesen Wert hinaus ergibt keine Vergrösserung von C , sondern bewirkt nur, dass im fallenden Heberast sich Wasserdampf von der Spannung 10σ bildet, der Heber also nicht mehr vollständig gefüllt ist.

Zur Berechnung der bei bestimmter Lieferung Q eintretenden Absenkung H sind die hydraulischen Widerstände h_s und h_f sowie die Austrittsgeschwindigkeit c_a zu berechnen.

Das im Maximum zu fördernde Wasserquantum Q sowie die Form und Länge des Hebers sind im allgemeinen als gegeben zu betrachten, zu wählen ist der Durchmesser desselben sowie die grösste zulässige Absenkung H , die ihrerseits meist durch die zulässige grösste Saughöhe der aus dem Sammelbrunnen saugenden Pumpen bedingt ist.

Die hydraulischen Widerstände sind wie für jede Druckleitung zu berechnen und sind im allgemeinen Funktionen der Form, Länge und des Durchmessers der Rohrleitung und der in ihr herrschenden Geschwindigkeit.

In folgendem sollen die Angaben zu ihrer Berechnung zusammengestellt werden.

1. Berechnung der Widerstände in der Heberleitung.

1) Gerade Rohrleitung.

Es bezeichnen:

L die Länge des Rohrstranges mit unveränderlichem Querschnitt in m ,

F seinen Querschnitt in m^2 ,

d den unveränderlichen Durchmesser der Leitung von kreisförmigem Querschnitt in m ,

u den Umfang des Querschnittes F in m ,

c die mittlere Geschwindigkeit der Flüssigkeit in F in m/sec ,

h_1 den Widerstand auf der geraden Strecke L vom Querschnitt F , gemessen in m Flüssigkeitssäule,

ζ einen von der Beschaffenheit der Leitung abhängigen Widerstandskoeffizienten.

Die Widerstandshöhe h_1 ergibt sich dann aus der allgemeinen Formel:

$$h_1 = \zeta L \frac{u}{F} \frac{c^2}{2g} \dots \dots \dots (18)$$

Für den meist angewandten Kreisquerschnitt mit $\frac{u}{F} = \frac{4}{d}$ geht die

Formel über in

$$h_1 = L \frac{4\zeta}{d} \cdot \frac{c^2}{2g} \dots \dots \dots (19)$$

Setzt man noch

$$4\zeta = \lambda,$$

so erhält man die meist angewandte Form der Gleichung für runde Rohre:

$$h_1 = L \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{c^2}{2g} \dots \dots \dots (20)$$

wobei h_1 den in m Wassersäule ausgedrückten Druckhöhenverlust bedeutet, der durch die Reibung des Wassers in dem Rohr von der Länge L hervorgerufen wird.

Da man in praxi fast stets damit zu rechnen haben wird, dass das Rohr durch Ablagerung von Sinkstoffen oder durch Inkrustationen mineralischer oder vegetabilischer Natur allmählich eine Verringerung seines wirksamen Querschnittes erfahren wird, so empfiehlt sich die Berechnung des Widerstandskoeffizienten nach der von Prof. H. Lang angegebenen Näherungsformel

$$4\zeta = \lambda = \left(\frac{d}{d_1}\right)^5 \left(0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{c \cdot d}}\right), \dots \dots \dots (21)$$

worin bedeuten:

d den Durchmesser des reinen Rohres in m ,

d_1 den mittleren Durchmesser des durch die Ablagerungen oder Inkrustationen verengten Querschnittes.

Zur bequemeren Berechnung leistet Tabelle II gute Dienste. (Hütte, 19. Aufl., S. 249.)

Tabelle II.

Werte von $\left(\frac{d}{d_1}\right)^5$

1000 $(d-d_1)$	1	2	5	10	20 mm
$d = 0,03 \text{ m}$	1,190	1,412	2,490	7,600	243,0
0,05	1,106	1,227	1,695	3,048	12,82
0,10	1,047	1,092	1,292	1,695	3,048
0,15	1,034	1,069	1,183	1,412	2,045
0,30	1,015	1,025	1,087	1,183	1,515
0,50	1,011	1,022	1,051	1,106	1,227

Über die Grösse der Ablagerungen hat Iben im „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“ 1887 nähere Angaben gebracht. Zu bemerken ist hierbei, dass Inkrustationen durch eine Steigerung der Wassergeschwindigkeit im allgemeinen nicht verhindert werden können. Anders verhält es sich mit der Ablagerung reiner Sinkstoffe, z. B. reinen, nicht lehmhaltigen Sandes, dessen Ablagerung bei grösserer Geschwindigkeit sich verringern wird und von dem sich unter Umständen der Heber selbst befreit.

Bei lehmigem und sandhaltigem Wasser, wie es die meisten Flüsse zeitweilig führen, wird man gut tun, mit Inkrustationen von ca. 10 mm zu rechnen. Wird die abgelagerte Schicht dicker, so löst sie sich meist von selbst von der Rohrwand, fällt herab und wird vom Wasserströme fortgespült.

Bedeutend unangenehmer sind Verengungen des Rohrquerschnittes durch Schlamm- und Algenwucherungen, die meist nur durch mechanische Mittel entfernt werden können. Da sie aber relativ nur selten auftreten, so kann hier auf den weiter oben angeführten Aufsatz von Iben verwiesen werden.

Bei Berechnung des Druckhöhenverlustes durch Reibung empfiehlt es sich, als Länge L die gestreckte Länge des Hebers vom Einlauf bis zum Heberscheitel einerseits und die gestreckte Länge vom Scheitel bis zum Auslauf andererseits in die Rechnung einzuführen. Die anderen Widerstände sind für sich zu berechnen und sinngemäss den entsprechenden Reibungswiderständen hinzuzuaddieren.

2. Widerstände durch Richtungsänderungen.

Der Widerstand durch Richtungsänderung ist nach H. Lang unabhängig von der Länge des Bogenstückes, solange der Krümmungsradius r desselben unverändert bleibt, abhängig aber vom Verhältnis dieses Radius r zum lichten Rohrdurchmesser d .

Der Widerstandskoeffizient ζ bestimmt sich aus der Gleichung:

$$\zeta = 0,13 + 0,16 \left(\frac{d}{r}\right)^{3,5} \dots \dots \dots (22)$$

Bezeichnen:

r den Krümmungsradius der Mittellinie des Bogenstückes in m ,

d den lichten Durchmesser des Bogenstückes in m ,

so ist (Hütte, S. 254) für:

Tabelle III.

$d : r$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$\zeta =$	0,14	0,16	0,20	0,30	0,44	0,66	1,0	1,4	2,0

Der Druckhöhenverlust h_2 durch die Richtungsänderung ergibt sich dann aus

$$h_2 = \zeta \frac{c^2}{2g} \dots \dots \dots (23)$$

3. Druckhöhenverluste beim Ein- und Austritt des Wassers.

Die Gleichung für diese Verluste hat die allgemeine Form:

$$h_3 = \zeta \frac{c^2}{2g} \dots \dots \dots (24)$$

Zu unterscheiden sind folgende Fälle (Hartmann & Knoke, S. 127):

a) Heberende zylindrisch vom Durchmesser d :

$$\zeta = 0,5;$$

b) Heberende trompetenförmig erweitert:

$$\zeta \approx 0,1;$$

c) bei Anwendung eines Saugkorbes, je nach Form und Grösse der Schlitz:

$$\zeta \geq 1,0.$$

Im allgemeinen sind durch die vorstehend angeführten Widerstände alle für kleinere Heberleitungen in Frage kommenden Fälle erschöpft.

Im Falle sehr langer Heberleitungen für die Versorgung von Städten mit Grundwasser aus einer grossen Zahl von Rohrbrunnen kommen noch Widerstände bei den Rohrerweiterungen hinzu, doch sind diese Widerstände im Verhältnis zu den Reibungswiderständen meist vernachlässigbar.

4. Druckhöhenverluste bei allmählicher zentraler Erweiterung der Leitung.

Bezeichnen:

F_1 und c_1 Querschnitt und Geschwindigkeit für das engere Rohr,

F_2 und c_2 „ „ „ „ „ „ weitere Rohr in m^2

resp. m/sec ,

δ den Spitzenwinkel des Übergangskegels,

so ist nach Fliegner¹⁾ angenähert:

$$h_4 = \frac{(c_1 - c_2)^2}{2g} \sin \delta = \zeta \frac{c_2^2}{2g} \dots \dots \dots (25)$$

$$\zeta = \left(\frac{F_2}{F_1} - 1 \right)^2 \sin \delta \dots \dots \dots (26)$$

5. Druckhöhenverlust bei plötzlicher zentraler Erweiterung.

Bezeichnen:

F_1 und F_2 die Querschnitte im engeren und weiteren Rohre in m^2 ,
 h_5 den bei gefülltem weitem Rohr infolge der Erweiterung auftretenden Druckhöhenverlust in m WS,

c_1 und c_2 die in F_1 und F_2 herrschenden Geschwindigkeiten in m/sec ,
so ist:

$$h_5 = \frac{(c_1 - c_2)^2}{2g} \frac{\zeta c_2^2}{2g} = \zeta \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2 \frac{c_2^2}{2g} \dots \dots \dots (27)$$

$$\zeta = \left[\frac{F_2}{F_1} - 1 \right]^2 \dots \dots \dots (28)$$

Dieser letztangeführte Fall, der der zentralen Erweiterung, lässt sich meist vermeiden und kommt eigentlich nur da vor, wo man den Heber in ein grösseres Gefäss zum Zweck der Abscheidung von Luft oder Gas münden lässt. Sollte eine solche Anordnung durchaus gewünscht werden, so ist für eine ausgiebige allmähliche Erweiterung Sorge zu tragen.

Beispiel der Berechnung eines Hebers.

Mit Hilfe der bisher entwickelten Gleichungen und der gemachten Angaben kann an die Berechnung eines gewöhnlichen Hebers geschritten werden, wobei wir die für die Mehrzahl aller Fälle zutreffende Annahme machen wollen, dass der Heber vollständig gefüllt sei.

Die zu lösende Aufgabe laute:

Es ist der lichte Durchmesser eines Saughebers zu bestimmen, der bei einer durch örtliche Verhältnisse bedingten grössten Absenkung von $5,5 m$ im Sammelbrunnen eine Wassermenge $Q = 150 l/sec$ zu liefern hat.

Der Scheitel S des Hebers soll wennmöglich $4 m$ über dem niedrigsten Wasserspiegel im Fluss zu liegen kommen.

Die höchste Wassertemperatur kann zu $30^\circ C$ angenommen werden.

Der Heber soll durchweg denselben Querschnitt haben, am Ein- und Auslaufende trompetenförmig erweitert sein und nur zwei Knierohre erhalten, also eine Form nach Fig. 1 haben. Eine Aufzeichnung der Achse des Hebers ergibt eine gestreckte Länge der Leitung vom Einlauf bis zum Scheitel von $\approx 160 m$ und vom Scheitel bis zum Auslauf von $\approx 10 m$. Der Durchmesser der trompetenförmigen Erweiterung werde gleich dem doppelten Rohrdurchmesser angenommen.

1) „Zivilingenieur“ 1875, S. 98.

Wir haben demnach mit den früher angewandten Bezeichnungen:

$$H = H_f - H_s = 5,5 \text{ m maximal,}$$

$$H_s = 4 \text{ m,}$$

$$L_s = 160 \text{ m,}$$

$$L_f = 10 \text{ m,}$$

$$L = 170 \text{ m,}$$

$$106 = 0,43 \text{ m nach Tabelle I}$$

$$c_a = \frac{c}{4}$$

Mit Hilfe der Gleichung (16) wäre es nun möglich, denjenigen Durchmesser des Hebers zu bestimmen, bei dem gerade noch bei den gestellten Bedingungen das geforderte Wasserquantum vom Heber geliefert wird. Die Gleichung nimmt aber infolge der Form des Ausdruckes für λ resp. $\Sigma(h_s)$ eine derart komplizierte Form an, dass es viel bequemer ist, die Aufgabe durch Annäherung zu lösen, indem man eine gewisse Grösse von c wählt, daraus d bestimmt und hierauf kontrolliert, ob die getroffene Wahl den Bedingungen genügt. Mit Rücksicht auf eine in Zukunft immerhin denkbare Steigerung des Wasserbedarfes wird man gut tun, das zulässige Gefälle H nicht voll auszunutzen, d. h. man wird den Rohrdurchmesser d lieber etwas grösser wählen, als die gestellten Bedingungen es zulassen, da die Gesamtanlagekosten des Hebers hierdurch nicht wesentlich erhöht werden: es steigen zwar die Kosten der Rohrleitung etwa proportional mit dem Durchmesser, dafür bleiben aber die Kosten der Erdarbeiten, der Uferbefestigung, des Sammelbrunnens der Bauleitung etc. nahezu dieselben.

Berechnung der Widerstände.

Da der Heber ziemlich lang ist, wählen wir die Wassergeschwindigkeit ziemlich niedrig und setzen vorläufig

$$c \approx 1 \text{ m/sec.}$$

Der Rohrquerschnitt F bestimmt sich ebenfalls zuerst angenähert aus

$$F = \frac{Q}{1000 \cdot c} = \frac{150}{1000 \cdot 1} = 0,150 \text{ m}^2.$$

Hieraus ergibt sich der Rohrdurchmesser $d \approx 440 \text{ mm}$.

Wir wählen den nächstgrösseren normalen Durchmesser

$$d = 450 \text{ mm mit } F = 0,159 \text{ m}^2,$$

woraus definitiv für c folgt:

$$c = \frac{0,150}{0,159} = 0,945 \text{ m/sec.}$$

1. Reibungswiderstand.

Die Berechnung des Reibungswiderstandes erfolge unter der Voraussetzung, dass mit einer Inkrustation des Rohres von 10 mm Stärke zu rechnen ist.

Mit genügender Genauigkeit entnehmen wir aus Tabelle II für 1000 $(d - d_1) = 20 \text{ mm}$

$$\left[\frac{d}{d_1} \right]^5 \approx 1,3.$$

Aus Gleichung (21) folgt:

$$4\zeta = \lambda = \left[\frac{d}{d_1} \right]^5 \cdot \left[0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{c \cdot d}} \right]$$

$$4\zeta = 1,3 \left[0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{0,945 \cdot 0,45}} \right] = 0,0299 \approx 0,03.$$

Der Druckhöhenverlust h_{1s} durch Reibung des Wassers auf dem Wege vom Eintritt bis zum Scheitel beträgt nach Gleichung (19)

$$h_{1s} = L_s \frac{4\zeta}{d} \cdot \frac{c^2}{2g} = 160 \cdot \frac{0,03}{0,45} \cdot \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} = 4,85 \text{ m WS} \quad (a)$$

Um sich unnütze Rechnungen zu ersparen, empfiehlt es sich, schon jetzt durch eine angenäherte Berechnung der Scheitelpressung H_w und der Absenkung H die Zulässigkeit der getroffenen Wahl von c zu kontrollieren.

In den meisten Fällen wird der grösste Druckverlust durch die Wasserreibung im steigenden Heberast und durch die Beschleunigung der in den Heber eintretenden Massen verursacht; zur angenäherten Berechnung genügt daher in den meisten Fällen die Berücksichtigung dieser beiden Verluste zur angenäherten Bestimmung der Grössen H_w und H . Ergibt die Kontrolle, dass c aller Wahrscheinlichkeit nach zulässig gewählt worden ist, so wird die Rechnung vollständig durchgeführt, anderenfalls hat man eine andere Geschwindigkeit zu wählen.

H_w bestimmt man auf Grund der Gleichung (12):

$$H_w = A - H_s - \frac{c^2}{2g} - \sum h_s \geq 106, \quad \dots \quad (12)$$

die in gekürzter Form lautet:

$$H_w \approx A - H_s - \frac{c^2}{2g} - h_{1s} \geq 106 \quad \dots \quad (12a)$$

Gleichung (12a) ergibt im Falle des Beispiels:

$$H_w \approx 10 - 4,0 - \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} - 4,85 = 1,1045 \text{ m WS} > 0,43 \quad \dots \quad (b)$$

Die Bedingungsgleichung (12) ist also wahrscheinlich erfüllt.

Zu untersuchen ist noch, ob die zulässige Absenkung H nicht überschritten wird.

Die Absenkung H ist gleich $H_f - H_s$.

Zur Bestimmung von H_f dient Gleichung (13):

$$H_w = A + \frac{c_a^2}{2g} + \sum (h_f) - H_f - \frac{c^2}{2g} \quad \dots \quad (13)$$

Eine Umformung dieser Gleichung gibt den Wert von H_f :

$$H_f = A - H_w + \frac{c_a^2}{2g} + \sum (h_f) - \frac{c^2}{2g} \quad \dots \quad (29)$$

Da im allgemeinen im fallenden Heberast die Verluste durch Widerstände infolge seiner relativ unbedeutenden Länge nur klein sind, kann das Glied $\Sigma(h_f)$ für angenäherte Rechnung vernachlässigt werden; setzt man noch $c_a \approx c$, so geht Gleichung (13) über in die Form:

$$H_f \approx A - H_w \dots \dots \dots (13a)$$

Im Falle des Beispiels erhalten wir:

$$H_f \approx 10 - 1,0845 \text{ m} \approx 8,9155 \text{ m},$$

woraus sich H bestimmt zu

$$H \approx 8,9155 - 4,0 \approx 5,0 \text{ m} \dots \dots \dots (c)$$

Also auch in bezug auf die zulässige Absenkung genügt die getroffene Annahme von c aller Wahrscheinlichkeit nach den gestellten Bedingungen.

Nachdem die unter (b) und (c) ermittelten angenäherten Werte die Zulässigkeit der getroffenen Wahl von c wahrscheinlich gemacht haben, schreiten wir zur genauen Ermittlung aller Widerstände.

2. Widerstände infolge von Richtungsänderungen.

Im Falle unseres Beispiels finden im steigenden Heberast zwei Richtungsänderungen statt (Fig. 1): einmal aus dem vertikalen Schenkel in das allmählich ansteigende Stück, das zweite Mal kurz vor Eintritt des Wassers in den Scheitel.

Nehmen wir an, dass der Krümmungsradius r der beiden Bogenrohre $= 2,5 d$, d. h. $\frac{d}{r} = 0,4$, so erhalten wir auf Grund der Gleichung (22):

$$\zeta = 0,13 + 0,16 \left(\frac{d}{r}\right)^3,$$

aus der Tabelle III für ζ den Wert

$$\zeta = 0,14.$$

Der Druckhöhenverlust h_{2s} ist dann nach Gleichung (23)

$$h_{2s} = \zeta \frac{c^2}{2g} \cdot 2 = 0,14 \cdot \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 2 = 0,14 \cdot 0,0455 \cdot 2 = 0,0128 \dots \dots (d)$$

3. Eintrittswiderstand.

Nach Gleichung (24) ist der Druckhöhenverlust durch den Eintrittswiderstand:

$$h_{3s} = \zeta \cdot \frac{c^2}{2g},$$

wobei $\zeta = 0,1$ für ein trompetenförmig erweitertes Heberende.

Das ergibt:

$$h_{3s} = 0,1 \cdot \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,1 \cdot 0,0455 = 0,00455 \dots \dots (e)$$

4. Bestimmung der Scheitelpressung H_w .

Die Summe aller Widerstandshöhen im steigenden Heberast $\Sigma(h_s)$ ergibt sich aus:

$$\begin{aligned} \Sigma(h_s) &= (a) + (d) + (e) = 4,85 + 0,0128 + 0,00455 = \\ &= \Sigma(h_s) = 4,86735 \approx 4,87 \text{ m WS} \dots \dots \dots (f) \end{aligned}$$

Soll der Heber im Scheitel immer gefüllt sein, so muss die Bedingungs-
gleichung (12) unbedingt erfüllt sein, es muss also sein:

$$H_w = A - H_s - \frac{c^2}{2g} - \Sigma(h_s) \geq 106 \quad \dots (12)$$

Der genaue Wert von H_w ermittelt sich zu:

$$\begin{aligned} H_w &= 10 - 4 - \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} - 4,87 = \\ &= 10 - 8,9155 = 1,0845 > 0,43 \text{ m WS} \quad \dots (g) \end{aligned}$$

Bedingungs-gleichung (12) ist also erfüllt.

Wie ein Vergleich dieses genauen Wertes mit dem nur angenähert
unter (b) ermittelten für H_w erkennen lässt, ist der Unterschied nur ein
ganz minimaler.

5. Bestimmung von H_f und H .

Wie bereits oben unter 1) gezeigt worden ist, ermittelt man H_f aus
Gleichung (29):

$$H_f = A - H_w + \frac{c_a^2}{2g} + \Sigma(h_f) - \frac{c^2}{2g} \quad \dots (29)$$

In dieser Gleichung sind uns bis auf $\frac{c_a^2}{2g}$ und $\Sigma(h_f)$ alle Glieder bekannt.

c_a ist laut Bedingung $= \frac{c}{4}$, folglich ist

$$\frac{c_a^2}{2g} = \frac{c^2}{2g \cdot 16} = \frac{0,0455}{16} = 0,00285 \quad \dots (h)$$

$\Sigma(h_f)$ besteht im vorliegenden Falle nur aus dem zur Überwindung
des Reibungswiderstandes erforderlichen Gefälle h_{1f} und der Widerstands-
höhe h_{3f} für den Austritt aus dem Heber, welche letztere gleich dem Ein-
trittswiderstand zu setzen ist, da das Austrittsende des Hebers ebenfalls
trompetenförmig geformt sein soll. Wir haben also:

$$h_{3f} = h_{3s} = 0,00455 \text{ m WS} \quad \dots (i)$$

Die zur Überwindung der Reibung im fallenden Heberast erforderliche
Druckhöhe h_{1f} ermittelt sich aus

$$h_{1f} = L_f \cdot \frac{4\zeta}{d} \cdot \frac{c^2}{2g} = \frac{10 \cdot 0,03}{0,45} \cdot \frac{(0,945)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,303 \text{ m WS} \quad \dots (k)$$

Demnach ist:

$$\Sigma(h_f) = 0,00455 + 0,303 = 0,30755 \text{ m WS} \quad \dots (l)$$

und

$$H_f = 10 - 1,0845 + 0,00285 + 0,30755 - 0,0455 = 9,1804 \text{ m} \quad \dots (m)$$

Endlich ergibt sich H aus

$$H = H_f - H_s = 9,1804 - 4,0 = 5,1804 \approx 5,2 \text{ m} \quad \dots (n)$$

also etwas kleiner, als der Bedingung entspricht, die eine maximale Ab-
senkung von 5,5 m zulässt.

Wäre statt der 5,5 m Absenkung eine kleinere vorgeschrieben gewesen,
so hätte man mit Hilfe des oben angegebenen Näherungsverfahrens so lange

unter Annahme kleinerer Geschwindigkeiten c zu probieren, bis die erforderliche Absenkung erreicht ist.

Bei sehr langen Heberleitungen von zuweilen vielen Kilometern Länge, wie sie bei städtischen Grundwasserwerken vorkommen, wobei der Heber der Reihe der Brunnen entlang geführt wird und das Wasser aller dieser Brunnen zu einem grossen Sammelbrunnen führt, aus dem die Pumpmaschinen saugen, vermehrt sich das vom Heber fortzuleitende Wasser von Brunnen zu Brunnen.

Dementsprechend nimmt auch der Durchmesser der Heberleitung in bestimmten Intervallen zu, so dass der mit etwa 300 mm Durchmesser beginnende Heber am Sammelbrunnen mit einem Durchmesser von 1000 mm oder noch mehr endet. In diesem Falle ist die Rechnung von Brunnen zu Brunnen für jeden einzelnen Abschnitt des Hebers durchzuführen, wobei dann die Summe aller Widerstandshöhen die Absenkung im Sammelbrunnen ergibt. Die Rechnung selbst wird dabei natürlich ungemein weitschweifig, ohne aber im Prinzip anders zu sein, als an dem vorliegenden Beispiel gezeigt worden ist. Bei der grossen Wichtigkeit aber, die eine zuverlässige Ermittlung der maximalen Absenkung im Sammelbrunnen hat, ist diese Berechnung mit grosser Sorgfalt durchzuführen.

Die Wichtigkeit der Ermittlung ist dadurch begründet, dass eine jede Pumpe nur eine beschränkte Saughöhe besitzt, die nicht beliebig steigerbar ist. Gibt nun der Heber bei der maximalen Saughöhe der Pumpen nicht die genügende Menge Wasser, so ist Abhilfe nur unter Aufwand grosser Kosten durch Aufstellung von Zubringepumpen möglich, da ein Niedrigstellen der Hauptpumpen in der Regel ausgeschlossen sein dürfte, wie es ebenfalls eine nachträgliche Vergrösserung des Hebers ist.

B. Der nicht vollständig mit Wasser angefüllte Heber.

Unsere bisherigen Untersuchungen bezogen sich alle auf einen vollständig, d. h. bis zu seinem Scheitel mit Wasser angefüllten Heber. Wir werden jetzt zu untersuchen haben, wie er sich verhält, wenn er in seinem Scheitel nicht vollständig mit Wasser angefüllt ist, sondern teilweise mit Dämpfen oder einem Gemisch aus Gasen und Dämpfen.

Um uns über die Wirkung der Anwesenheit von Gasen in einem Teil des Hebers Klarheit zu verschaffen, stellen wir uns einen Heber vor, der nach Fig. 2 im Scheitel eine Öffnung hat, auf die eine Haube gesetzt ist, so dass der Heber in seiner Grundform mit dem in Fig. 1 gezeichneten identisch ist.

Wir wollen nun annehmen, dass die den Heber mit der Haube verbindende Öffnung durch eine Membrane $a-b$ verschlossen sei, die wohl für Gase, nicht aber für Wasser durchdringbar ist.

Setzen wir nun voraus, dass die Haube ursprünglich vollständig luftleer ist, in ihr also der Druck 0 at abs. herrscht, so wird das unter der Membrane befindliche Wasser sofort zu verdampfen beginnen, und der durch die Membrane dringende Dampf wird den Raum der Haube erfüllen. Die Spannung dieses Dampfes ist die der Temperatur des Wassers entsprechende, beträgt also nach unseren früheren Bezeichnungen 6 at abs. oder 106 m WS .

Ist diese Spannung in der Haube erreicht, so hört die Dampfbildung auf.

Von oben wirkt nun auf die Membrane ein Druck von $10 \sigma \text{ m WS}$, von unten der Flüssigkeitsdruck H_w , der, wie wir wissen, bei vollständig gefülltem Heber stets grösser als 10σ ist. Lassen wir nun in die Haube eine gewisse Menge Luft eintreten, die, wenn sie allein in der Haube wäre, einen Druck von $\beta \text{ at}$ abs. ausüben würde, so ist nach dem Gesetz von Dalton der Druck, den Wasserdampf und Luft zusammen auf die Membrane ausüben, gleich der Summe ihrer Einzeldrücke, also gleich $(\sigma + \beta) \text{ at}$ abs oder $10 (\sigma + \beta) \text{ m WS}$.

Wählen wir die Luftmenge so, dass $10 (\sigma + \beta) = H_w$ wird, so halten sich die von oben und von unten auf die Membrane wirkenden Drücke das Gleichgewicht. Würde jetzt die Membrane entfernt werden, so träte trotz der Anwesenheit von Luft in einem Teil des Hebers keine Änderung in der Arbeit des Hebers auf.

Ausser diesem Spezialfalle, dass nach dem Einlassen von Luft gerade Gleichgewicht in der Belastung der Membrane eintritt, sind noch zwei andere Fälle denkbar, von denen auch im allgemeinen der eine oder andere eintreten wird: erstens: der summarische Druck von Wasserdampf und Luft ist kleiner als H_w , und zweitens: wenn immer mehr Luft hineingelassen wird, wird der Druck $10 (\sigma + \beta)$ grösser als H_w werden müssen.

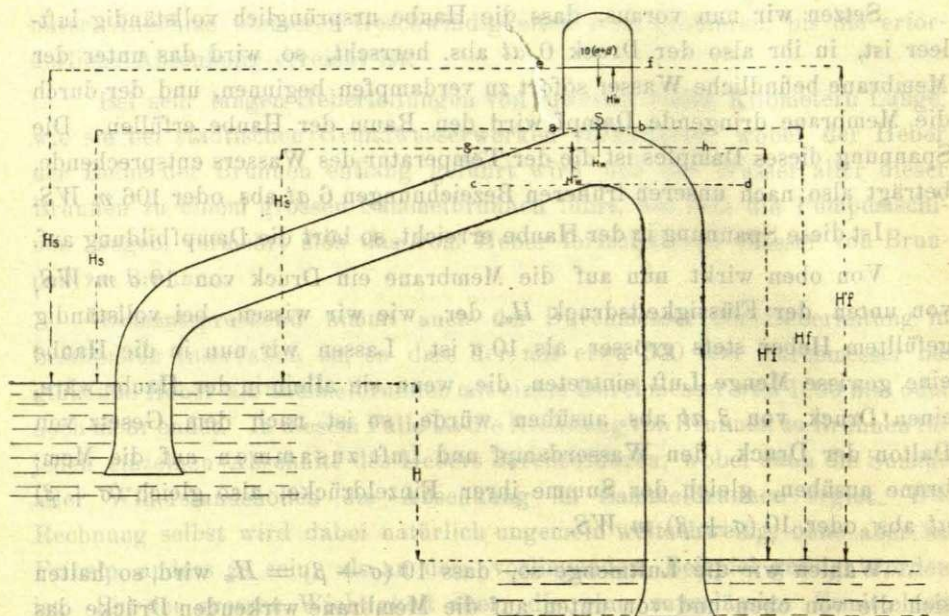
Beide Fälle sind zu untersuchen.

Wenden wir uns zuerst zum ersten Fall: $10 (\sigma + \beta) < H_w$.

Denken wir uns die Membrane wieder angebracht, aber als verschiebbar in der Achse der Haube.

Da der von unten auf die Membrane lastende Druck grösser ist, als der von oben wirkende, wird sie sich in der Richtung des grösseren Druckes, also nach oben bewegen.

Die Folge hiervon ist eine Verkleinerung des vom Dampf-Luftgemisch eingenommenen Raumes, das Gemisch wird also komprimiert und erfährt naturgemäss eine Steigerung seines Druckes. Gleichzeitig muss aber der Druck H_w abnehmen, der von H_s abhängig ist, da sich bei steigendem Wasserspiegel im Heber H_s vergrössert. Infolge Zunahme des einen und Abnahme des anderen Druckes muss schliesslich ein Gleichgewichtszustand eintreten, bei dem H_s auf H_s' gewachsen und H_w auf H_w' gesunken ist. (Fig. 2.)



Figur 2.

Bei Untersuchung dieser Fälle setzen wir voraus, dass H und H_f' resp. H_f' kleiner sind als 10 m.

Wir haben:

$$H_w' = A - H_s' - \frac{c'^2}{2g} - \Sigma(h_s') \dots \dots \dots (a)$$

$$H_s' > H_s.$$

Aus Fig. 2 folgt, dass

$$H_f' - H_s' = H_f - H_s = H; \dots \dots \dots$$

folglich, da das Gefälle H in beiden Fällen dasselbe ist, ist

$$c' = c; \Sigma(h_s') = \Sigma(h_s)$$

und mithin die Wassermenge dieselbe, einerlei, ob der Heber nur bis zu seinem Scheitel S oder darüber hinaus bis zu einem Querschnitt $c-f$ (Fig. 2) mit Wasser angefüllt ist.

Dieses Resultat ist wesentlich in der Hinsicht, dass man stets sicher ist, einen normal funktionierenden Heber zu besitzen, sofern in ihm der Wasserspiegel nicht unter den Scheitelpunkt S gesunken ist.

Die Praxis hat dieses schon längst erkannt, und da jedes Wasser in seiner natürlichen Beschaffenheit teils mit Luft, teils mit anderen Gasen geschwängert ist, die sich bei dem im Heber herrschenden geringeren Druck, der ja stets kleiner als der der Atmosphäre ist, aus dem Wasser ausscheiden, so versieht die Praxis jeden Heber in seinem Scheitel mit einer Art von Windkessel, in dem sich diese ausgeschiedenen Gase ansammeln können.

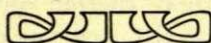
Solch eine Anordnung ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Der dort gezeichnete Windkessel wird mit einem Wasserstandsglase versehen, das den Wasserstand in ihm erkennen lässt, und solange er höher als der Scheitel S ist, arbeitet der Heber gut. Je nach der Menge der sich auscheidenden Gase wird man in gewissen Zwischenräumen die Gase abzusaugen haben.

Geschieht dieses nicht, so tritt der zweite oben erwähnte Fall ein: der Gasdruck steigt von $10(\sigma + \beta) < H_w$ auf $10(\sigma + \beta) > H_w$.

Diesem neuen Drucke würde dann etwa das Niveau $g-h$ (Fig. 2) entsprechen.

H_s und H_f reduzieren sich dabei auf H_s'' und H_f'' .

Wie Fig. 2 zeigt, ist $H_f'' - H_s'' = H = H_f - H_s$, mithin — dieses gilt aber nur angenähert — auch die erreichbare Geschwindigkeit c in diesem Falle gleich der bei ganz gefülltem Heber. Da nun aber im Scheitel nur ein Teil des Querschnittes mit Wasser gefüllt ist, so muss die geförderte Wassermenge notwendig kleiner werden. Ist der Gasdruck so weit gestiegen, dass der Wasserspiegel bis auf das Niveau $c-d$ gesunken ist, so ist der wasserführende Querschnitt im Heberscheitel auf Null gesunken und mithin die geförderte Wassermenge ebenfalls gleich Null: der Heber hört auf zu arbeiten.



Абсолютное значение величины Δt , наблюдаемое в системах с верхним распределением, всегда меньше, чем в системах с нижним распределением.

От распределения сгиб подводных магистральных труб также зависит скорость и равномерность прогревания системы водного отопления. Прогревание системы, рассчитанной для наибольшего расхода тепла и некоторой максимальной температуры воды в подводной трубе, происходит быстрее и равномернее при верхнем распределении. Полное прогревание всей системы достигается при верхнем распределении при более низкой температуре воды, примерно, в 30° по Ц., а при нижнем распределении при более высокой — 45° по Ц.

Указанные явления и несоответствие расчетных предположений с действительными, наблюдаемыми над системами водного отопления, в совокупности объясняются упущением при расчете дополнительно избыточного давления, положительного или отрицательного, образующегося вследствие охлаждения воды в сгибе трубопроводов.

Къ вопросу о вліяніи охладженія сѣти трубопрово- довъ въ системахъ водяного отопленія на избыточное давленіе.

К. В. Гейнць.

Наблюдая системы водяного отопленія, какъ съ верхнимъ, такъ и съ нижнимъ распредѣленіемъ сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ, сѣти двухтрубныхъ и однострубнохъ стояковъ, замѣчаемъ всегда отклоненія отъ расчетныхъ предположеній.

Разность температуръ воды въ подводящей и отводящей трубъ $t_v - t_r$, наблюдаемая при дѣйствии системъ, отличается отъ предположенной при расчетѣ на нѣкоторую величину Δt ; при верхнемъ распредѣленіи, въ большинствѣ случаевъ, величину отрицательную, при нижнемъ распредѣленіи всегда величину положительную.

Абсолютное значеніе величины Δt , наблюдаемое въ системахъ съ верхнимъ распредѣленіемъ, всегда меньше, чѣмъ въ системахъ съ нижнимъ распредѣленіемъ.

Отъ распредѣленія сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ также зависитъ скорость и равномерность прогрѣванія системы водяного отопленія. Прогрѣваніе системы, рассчитанной для наибольшаго расхода тепла и нѣкоторой максимальной температуры воды въ подводящей трубѣ, происходитъ быстрѣе и равномернѣе при верхнемъ распредѣленіи. Полное прогрѣваніе всей системы достигается при верхнемъ распредѣленіи при болѣе низкой температурѣ воды, примѣрно, въ 30° по Ц., а при нижнемъ распредѣленіи при болѣе высокой — 45° по Ц.

Указанныя явленія и несоотвѣтствіе расчетныхъ предположеній съ дѣйствительностью, наблюдаемая надъ системами водяного отопленія, въ совокупности объясняются упущеніемъ при расчетѣ добавочнаго избыточнаго давленія, положительнаго или отрицательнаго, образующагося вслѣдствіе охладженія воды въ сѣти трубопроводовъ.

Весьма вѣроятное несоотвѣтствіе, предполагаемыхъ при расчетѣ сопротивленій движенію воды по трубамъ и возможное несопадѣніе дѣйствительной теплоотдачи нагрѣвательныхъ приборовъ съ принимаемой при расчетѣ, должны также отразиться на дѣйствіи системъ. Оба фактора должны, однако, вліять въ одномъ и томъ же смыслѣ, независимо отъ распредѣленія сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ.

Цѣль настоящей замѣтки состоитъ именно въ томъ, указать тѣ условія и допустимыя предположенія расчета, которыя, въ зависимости отъ системы распредѣленія, имѣютъ существенное вліяніе на движеніе воды по сѣти трубопроводовъ водяного отопленія.

На чертежахъ 1 и 2 изображены схемы системъ двухтрубныхъ стояковъ какъ съ верхнимъ, такъ и съ нижнимъ распредѣленіемъ сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ.

Выведемъ прежде всего основное общее уравненіе избыточнаго давленія и достижимой скорости движенія, въ предположеніи постоянства температуръ воды въ отдѣльныхъ секціяхъ отъ одной до другой узловой точки сѣти трубопровода, разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора. Пусть

h_n — будетъ означать разстояніе средней линіи разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора отъ средней линіи котла;

h_v — разстояніе средней линіи горизонтальнаго отвѣтвленія магистрали подводящихъ трубъ отъ средней линіи котла;

h_r — разстояніе средней линіи горизонтальнаго отвѣтвленія магистрали отводящихъ трубъ отъ средней линіи котла;

γ_n — средній удѣльный вѣсъ воды въ нагрѣвательномъ приборѣ;

γ_v — средній удѣльный вѣсъ воды въ сѣти подводящихъ трубъ;

γ_r — средній удѣльный вѣсъ воды въ сѣти отводящихъ трубъ;

$h_1 \dots h_{x_{III}}$ — вертикальныя проекціи отдѣльныхъ секцій сѣти трубопроводовъ разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора;

$\gamma_1 \dots \gamma_{14}$ — соотвѣтствующія среднія значенія удѣльнаго вѣса воды.

$v_1 \dots v_{14}$ — соотвѣтствующія среднія значенія скорости воды.

$Z_1 \dots Z_{14}$ — соотвѣтствующія суммы сопротивленій движенію воды.

Тогда, основныя уравненія для установившагося движенія, согласно обозначеніямъ на схемахъ черт. 1 и 2, выразятся слѣдующими равенствами.

Для верхняго распредѣленія сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ:

$$\begin{aligned}
 & h_I (\gamma_{13} - \gamma_{12}) + h_{II} (\gamma_{13} - \gamma_{11}) + h_{III} (\gamma_{11} - \gamma_{14}) + h_{IV} (\gamma_{11} - \gamma_1) + \\
 & + h_V (\gamma_{11} - \gamma_2) + h_{VI} (\gamma_{10} - \gamma_2) + h_{VII} (\gamma_9 - \gamma_2) + h_{VIII} (\gamma_8 - \gamma_2) + \\
 & + h_{IX} (\gamma_7 - \gamma_2) + h_X (\gamma_6 - \gamma_2) + h_{XI} (\gamma_5 - \gamma_2) + h_{XII} (\gamma_4 - \gamma_2) + \\
 & + h_{XIII} (\gamma_3 - \gamma_2) = \sum_1^x \frac{v_x^2}{2g} \cdot \gamma_x \cdot Z_x \dots \dots \dots 1.
 \end{aligned}$$

Для нижняго распредѣленія сѣти подводящихъ магистраль-ныхъ трубъ:

$$\begin{aligned}
 & h_I (\gamma_{13} - \gamma_{12}) + h_{II} (\gamma_{13} - \gamma_{11}) + h_{III} (\gamma_{11} - \gamma_{14}) + h_{IV} (\gamma_{11} - \gamma_1) \\
 & + h_V (\gamma_{11} - \gamma_2) + h'_{VI} (\gamma_{10} - \gamma_2) + h''_{VI} (\gamma_9 - \gamma_2) + h'_{VII} (\gamma_8 - \gamma_2) + \\
 & h''_{VII} (\gamma_8 - \gamma_3) + h'''_{VII} (\gamma_8 - \gamma_4) + h''''_{VII} (\gamma_8 - \gamma_5) + h_{VIII} (\gamma_7 - \gamma_5) + \\
 & + h_{IX} (\gamma_6 - \gamma_5) = \sum_1^x \frac{v_x^2}{2g} \cdot \gamma_x \cdot Z_x \dots \dots \dots 2.
 \end{aligned}$$

Правая часть уравненій 1 и 2 представляетъ собой сумму всѣхъ сопротивленій движенію воды во всей сѣти трубопровода, разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора. Значеніе удѣльнаго вѣса воды γ_x , входящее въ составъ правой стороны уравненій, непрерывно измѣняется, возрастая по направленію движенія воды. Безъ большой погрѣшности переменныя значенія удѣльнаго вѣса γ_x могутъ быть замѣнены нѣкоторымъ среднимъ значеніемъ γ_m предполагаемымъ равнымъ для всей сѣти трубопровода. Это среднее значеніе γ_m принято замѣнять ариѣметическимъ среднимъ изъ удѣльныхъ вѣсовъ воды, соответствующихъ температурамъ въ подводящей и отводящей трубѣ у котла. Такимъ образомъ, выраженіе

$$\sum_1^x \frac{v_x^2}{2g} \cdot \gamma_x \cdot Z_x = \frac{\gamma_m}{2g} \cdot \sum_1^x v_x^2 Z_x = \frac{\gamma_r + \gamma_v}{2} \cdot \frac{1}{2g} \cdot \sum_1^x v_x^2 Z_x.$$

Предполагая далѣе постоянство температуръ воды, какъ въ сѣти подводящихъ трубъ t_v , такъ и въ сѣти отводящихъ трубъ t_r , т. е. охлажденіе воды лишь въ разсматриваемомъ нагрѣвательномъ приборѣ, отъ температуры t_v до температуры t_r , и соответственно этому постоянство удѣльныхъ вѣсовъ γ_v и γ_r , уравненія 1 и 2 приводятся къ одному общепринятому виду

$$h_h \cdot (\gamma_r - \gamma_v) = \frac{\gamma_r + \gamma_v}{2} \sum_1^x \frac{1}{2g} v_x^2 Z_x \dots \dots \dots 3.$$

и обозная

$$\frac{\gamma_r - \gamma_v}{\gamma_r + \gamma_v} = a_0$$

окончательно

$$a_0 \cdot h_h = \frac{1}{2g} \cdot \sum_1^x v_x^2 \cdot Z_x \dots \dots \dots 4.$$

независимо отъ распредѣленія сѣти подводящихъ трубъ.

Допущеніе постоянства температуръ, сдѣланное при выводѣ послѣдняго уравненія, достаточно лишь при условіи равномернаго охлажденія по всей сѣти трубопровода разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора. Въ дѣйствительности же охлажденіе происходитъ неравномѣрно: въ сѣти подводящихъ трубъ должно ожидать значительно большее охлажденіе, въ сѣти отводящихъ трубъ скорѣй постоянство температуръ, во всякомъ случаѣ, меньшее охлажденіе.

Въ сѣти подводящихъ трубъ охлажденіе происходитъ въ большей степени, въ виду болѣе высокой температуры воды и подчасъ меньшей температуры окружающей среды.

Въ сѣти отводящихъ трубъ охлажденіе должно происходить въ меньшей степени, въ виду болѣе низкой температуры воды, кромѣ того, на измѣненіе температуры воды здѣсь производить немалое вліяніе различіе температуръ воды, отводимой изъ нагрѣвательныхъ приборовъ. Эта температура въ дѣйствительности всегда отличается отъ предположенной при расчетѣ, вслѣдствіе необходимаго практическаго округленія полученныхъ расчетомъ нагрѣвательныхъ поверхностей.

Такимъ образомъ, въ сѣти подводящихъ трубъ необходимо предположить паденіе температуръ по направленію движенія воды и, соотвѣтственно этому, увеличеніе ея удѣльнаго вѣса. Въ трубѣ, подающей воду въ сѣть подводящихъ распредѣлительныхъ трубъ, при достаточной изоляціи, допустимо предположеніе постоянства температуры и удѣльнаго вѣса; такое же допущеніе возможно, по изложенному выше, для сѣти отводящихъ трубъ.

Вліяніе охлажденія въ сѣти подводящихъ трубъ принято во вниманіе съ достаточной точностью, замѣной переменныхъ значеній удѣльныхъ вѣсовъ воды, однимъ значеніемъ, опредѣляемымъ дѣйствительной температурою воды, поступающей въ разсматриваемый нагрѣвательный приборъ.

Допущеніе изложенныхъ предположеній, съ замѣной въ общихъ уравненіяхъ 1 и 2 соотвѣтствующихъ значеній удѣльныхъ вѣсовъ величинами γ_v , γ_r и γ_h и суммами проекцій высотъ h_h , h_v и h_r , приводитъ также къ двумъ уравненіямъ: одному для системы съ верхнимъ распредѣленіемъ сѣти подводящихъ трубъ:

$$h_h (\gamma_r - \gamma_v) + (h_v - h_h) (\gamma_h - \gamma_v) = \frac{\gamma_v + \gamma_r}{2} \cdot \sum_1^x \frac{1}{2g} v_x^2 Z_x \dots 5^a.$$

и другому для системы съ нижнимъ распредѣленіемъ сѣти подводящихъ трубъ:

$$h_h (\gamma_r - \gamma_v) - (h_h - h_v) (\gamma_h - \gamma_v) = \frac{\gamma_v}{2} + \gamma_r \cdot \sum_1^x \frac{1}{2g} v_x^2 Z_x \dots \dots \dots 5^b.$$

обозначая по предыдущему

$$\frac{\gamma_r - \gamma_v}{\gamma_r + \gamma_v} = a_o \qquad \frac{\gamma_h - \gamma_v}{\gamma_r + \gamma_v} = a_x$$

уравнения избыточного давления и достижимой скорости приводятся къ виду

$$a_o h_h + a_x (h_v - h_h) = \frac{1}{2g} \sum_1^x v_x^2 Z_x \dots \dots \dots 6^a.$$

для верхняго распределенія и

$$a_o h_h - a_x (h_h - h_v) = \frac{1}{2g} \sum_1^x v_x^2 Z_x \dots \dots \dots 6^b.$$

для нижняго распределенія сѣти подводящихъ магистральныхъ трубъ.

Изъ сопостановленія значеній избыточного давления по ур. 4 и 6 вытекаетъ, что подъ влiянiемъ охлажденiя сѣти трубопроводовъ избыточное давление при верхнемъ распределенiи повышается на нѣкоторую положительную величину $a_x (h_v - h_h)$, при нижнемъ распределенiи понижается на нѣкоторую положительную величину $a_x (h_h - h_v)$.

Исчисленныя повышенiе соотвѣтственно пониженiе избыточного давления отражаются очевидно въ различной степени на отдѣльныхъ нагрѣвательныхъ приборахъ системъ.

Влiянiе измѣненiя избыточного давления увеличивается съ горизонтальнымъ разстоянiемъ разсматриваемаго прибора отъ котла, независимо отъ распределенiя сѣти подводящихъ трубъ.

Съ увеличенiемъ же вертикальнаго разстоянiя разсматриваемаго нагрѣвательнаго прибора отъ котла влiянiе измѣненiя избыточного давления при верхнемъ распределенiи уменьшается, при нижнемъ распределенiи увеличивается.

Пусть для какой-либо разсматриваемой системы водяного отопленiя положенiе нагрѣвательныхъ приборовъ опредѣляется разстоянiемъ отъ котла, для наинизшаго $h_h = 4\text{ м}$ и для наивысшаго $h_h = 20\text{ м}$; въ случаѣ выполненiя системы съ верхнимъ распределенiемъ — $h_v = 22\text{ м}$ и въ случаѣ нижняго распределенiя $h_v = 2\text{ м}$.

Температуры предположены: $t_v = 90^\circ$, $t_r = 70^\circ$ и вслѣдствiе охлажденiя въ сѣти трубопроводовъ $t_h = 88^\circ$, для этихъ условiй исчисляется $a_o = 0,0128$ и $a_x = 0,0013$.

Избыточное давление въ такомъ случаѣ опредѣляется при верхнемъ распределенiи:

для верхняго прибора . $0,0128 \times 20 + 0,0013 \times 2 = 0,2586$

„ нижняго „ . $0,0128 \times 4 + 0,0013 \times 18 = 0,0746$

при нижнемъ распредѣленіи

для верхняго прибора . $0,0128 \times 20 - 0,0013 \times 18 = 0,2326$

„ нижняго „ . $0,0128 \times 4 - 0,0013 - 2 = 0,0486$

въ случаѣ пренебреженія охлажденіемъ

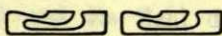
для верхняго прибора $0,0128 \times 20 = 0,2560$

„ нижняго „ $0,0128 \times 4 = 0,0512$

Слѣдовательно, при расчетѣ сѣти водяного отопленія общепринятымъ способомъ по урав. 4, пренебрегающимъ системой распредѣленія, на преодоленіе сопротивленій движенію воды при верхнемъ распредѣленіи расходуется лишь часть фактическаго избыточнаго давленія, а при нижнемъ — получится недочетъ его, какъ усматривается изъ приведеннаго примѣра. Поэтому въ той и другой системѣ распредѣленія, благодаря свойству саморегулированія водяного отопленія, для каждаго нагрѣвательнаго прибора установится нѣкоторая опредѣленная разность температуръ воды.

При чемъ, при нижнемъ распредѣленіи, благодаря недочету и подчасъ несоотвѣтствію предположенныхъ сопротивленій, нерѣдко наблюдается въ установленныхъ системахъ частичное или даже полное прекращеніе дѣйствія отдѣльныхъ нагрѣвательныхъ приборовъ или цѣлыхъ стояковъ.

Практическое примѣненіе выведенныхъ въ настоящей замѣткѣ новыхъ уравненій для расчета избыточнаго давленія и достижимой скорости въ сѣти трубопроводовъ водяного отопленія, расчета степени охлажденія въ ней и составленіе необходимыхъ для расчета вспомогательныхъ численныхъ таблицъ, за недостаткомъ предоставленнаго въ настоящемъ изданіи мѣста, выйдутъ отдѣльнымъ оттискомъ.



Kurze Entwicklungsgeschichte des chemischen Laboratoriums am Rigaschen Polytechnikum.

Von P. Walden.

Die wenigen mir zur Verfügung gestellten Seiten dieses wissenschaftlichen Sammelwerkes will ich nicht zur Mitteilung eines Abschnittes meiner eigenen Forschungsergebnisse benutzen. Es erschien mir als eine weit bedeutendere Aufgabe, die Forschungsergebnisse des chemischen Laboratoriums als einer Stätte der reinen Chemie in knapper Form darzustellen. Diese Aufgabe erschien mir reizvoll, weil bisher von keiner anderen Seite eine Geschichte des wissenschaftlichen chemischen Laboratoriums unserer Hochschule geschrieben worden ist; sie erschien mir als eine Pflicht der Pietät und historischen Gerechtigkeit gegenüber den Männern, welche im Laufe des halben Jahrhunderts durch ihr Vorbild, ihre Lehre und ihr Schaffen wissenschaftliche Traditionen und eine Schule geschaffen haben; sie erschien mir aber auch als praktisch wünschenswert, um den fernstehenden Kreisen — den Freunden und Gönnern, sowie ehemaligen Zöglingen der Hochschule — eine zusammenhängende Schilderung des Werdeganges, des wissenschaftlichen Geistes, der Arbeitslust und der geleisteten schöpferischen Arbeit darzubieten.

I. Periode: 1862—1868.

Das am 2. Oktober 1862 eröffnete Baltische Polytechnikum verfügte anfänglich nur über geringe materielle Mittel, und im Zusammenhange damit, sowie in Hinblick auf den kleinen Bestand an Studierenden (15) waren auch die Hilfsmittel und die Zahl der Lehrenden gering. In den ersten Jahren seines Bestehens hatte das Polytechnikum weder ein chemisches Laboratorium, noch einen Chemiker als Hochschullehrer; so las noch 1863/64 der Direktor Dr. Nauck den Kursus der Chemie. Erst vom Studienjahre 1864/65 an datiert eine selbständige Professur für reine und angewandte Chemie und ein chemisches Laboratorium: als erster Vertreter wird der Dozent der Physik und Chemie an der Königl. landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf, Dr. phil. August Toepler, berufen. Damit wird hier der Anfang gelegt zu einer eigenartigen wissenschaftlichen Richtung in der Chemie, einer Richtung, welche — obgleich zeitweilig unterbrochen — in der Hauptsache doch während des bisherigen 50jährigen Bestehens der

Rigaer Hochschule vorwaltend gewesen ist und sowohl dem Chemieunterricht, als auch der chemischen Forschung und der wissenschaftlichen Tätigkeit seitens der hiesigen Chemieprofessoren ein charakteristisches Gepräge aufgedrückt hat. Es ist dies die glückliche Verknüpfung von Chemie und Physik in einer Person, aus welcher in der Folgezeit der Typus des Physikochemikers sich herausbilden sollte. Die Rigaer Hochschule ist es denn auch gewesen, von welcher aus nachher der Sammelruf ergehen sollte, zu der neuen Art der Chemie, der physikalischen Chemie, sich zu bekennen und um sie sich zu scharen. Damit hat das wissenschaftliche chemische Laboratorium der Rigaschen Hochschule seine lokale Bedeutung eingetauscht gegen die Rolle eines Reorganisators der modernen Chemie, es hat Taten geschaffen, welche für die Entwicklungsgeschichte der Chemie von bleibendem Werte sind.

Gleich nach seiner Ankunft in Riga (im Frühjahr 1864) schritt Toepler zur Einrichtung eines chemischen Laboratoriums und zur Organisation von praktischen Arbeiten in der analytischen Chemie. Dem neuen Dozenten lag es ausserdem noch ob, auch Analysen für Handelsfirmen und Privatpersonen auszuführen, da das neue chemische Laboratorium zugleich als landwirtschaftliche Versuchsstation dienen sollte. Ihm zur Seite stand (seit Sept. 1864) ein Assistent in der Person von Franz Weber. Um von der enormen Arbeitskraft Toeplers ein Bild zu geben, will ich noch seine Vorlesungen und Laboratoriumsübungen hierhersetzen:

	Im Studienjahr 1865/66.					
	I. Sem.	II. Sem.	III. Sem.	IV. Sem.	V. Sem.	VI. Sem.
Experimentalchemie (anorganische, organische) . . .	4 St.	4 St.	6 St.	—	—	—
Technische Chemie	—	—	—	6 St.	—	—
} Praktikum (über qual. und quant. Analyse)	—	—	16 St.	16 „	—	—
	—	—	16 „	18 „	16 St.	16 St.
Im Studienjahr 1868/69 . . .	—	—	16 „	18 „	16 St.	16 St.

Trotz dieser umfangreichen Tätigkeit als Lehrer der reinen und technischen Chemie, sowie als Analytiker, erübrigte Toepler noch ausreichende Zeit und Schaffenskraft für eine überaus fruchtbare wissenschaftliche und literarische Tätigkeit. Während der Jahre 1864—1868 veröffentlichte Toepler: 1) seine klassische Schlierenmethode (Bonn, 1864; gewidmet dem Direktor der polytechnischen Schule zu Riga, Herrn Prof. Dr. E. Nauck); 2) Methode der Schlierenmethode als mikroskopisches Hilfsmittel (Pogg. Ann. 127, 1866); 3) Optische Studien nach der Methode der Schlierenbeobachtung (Pogg. Ann. 131, 134, 1867—1868); 4) Optische Analyse tönender Körper mittels des Prinzips der stroboskopischen Scheiben, und 5) Vibroskopische Beobachtungen über die Schwingungsphasen singender Flammen mittels des Schlierenapparats (beide in Pogg. Ann. 128, 1866); hier entstand 1865 seine berühmte Influenzmaschine; 6) Erzeugung einer eigentümlichen Art von

intensiven elektrischen Strömen mittels eines Influenz-Elektromotors (Pogg. Ann. 125, 1865); 7) Leistungen der Influenzmaschine (Pogg. Ann. 127, 1866); 8) Zur Konstruktion und Leistung der Influenzmaschine (Pogg. Ann. 130, 1867). Ausserdem erschienen von ihm noch 8 Mitteilungen teils physikalischen, teils chemischen Inhalts (über die Verdampfung von Platin in Geisslerschen Röhren, über Verteilung und Wanderung der Mineralstoffe in der Pflanze, Bemerkungen über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre etc.) in dem Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga (Bd. XV, XVI u. XVII), sowie 4 Mitteilungen in der Baltischen Wochenschrift, in welchen er Notizen und Berichte über die Tätigkeit der von ihm eingerichteten chemischen Versuchsstation des Polytechnikums veröffentlicht. Diese für das junge chemische Laboratorium der Rigaer Hochschule denkwürdige Periode schloss leider 1868 ab, als Toepler eine Berufung (als ordentlicher Professor der Physik) an die Universität Graz annahm¹⁾.

II. Periode: 1869—1881.

Toeplers Nachfolger wurde sein bisheriger Assistent Franz Weber. Während seiner Amtsperiode als Professor der Chemie vollzog sich die innere Ausgestaltung der chemischen Abteilung. Im Jahre 1869 wurde das neue chemische Laboratorium im Souterrain des neuerrichteten eigenen Gebäudes der Hochschule am Thronfolgerboulevard bezogen; 1870 führte Weber ein weiteres Praktikum, das synthetische, ein; 1871 gelang ihm die Abtrennung der Versuchsstation vom chemischen Unterrichtslaboratorium, und 1873 wurde eine zweite, 1877 eine dritte Assistentur für Chemie begründet. Parallel damit wurde 1873/74 ein viertes Studienjahr für die Chemiker und eine Vermehrung der Stunden für praktische Arbeiten eingeführt, und zwar umfasste das chemische Praktikum 1873/74:

im III. Sem.	IV. Sem.	V. Sem.	VI. Sem.	VII. Sem.	VIII. Sem.
12 St.	8 St.	10 St.	12 St.	14 St.	14 St.

Ebenso wurden neue Dozenturen für chemische Disziplinen begründet und dadurch dem einen Professor der Chemie sein bisheriger Charakter als Enzyklopädist genommen. So entstand 1873 die Dozentur für chemische Technologie (M. Glasenapp, seit 1878 Professor) und für Agrikulturchemie (G. Thoms, seit 1878 Professor). Endlich wurde 1879 ein besonderes Tentamen über anorganische Chemie, als Ausweis der theoretischen Kenntnisse der Studenten vor ihrem Eintritt ins qualitative Laboratorium, obligatorisch gemacht; schon vorher war die Absolvierung des qualitativen Praktikums an eine erfolgreiche Klausuranalyse geknüpft worden. In dem

¹⁾ Das Polytechnikum verlieh seinem Dank eine sichtbare Form, indem es 1906 A. Toepler zu seinem (zweiten) Ehrenmitglied ernannte. Hochbetagt verschied dieser Altmeister der klassischen Schule der Physiker am 22. Februar (6. März) 1912.

selben Jahr übergab Professor Weber den Vortrag über analytische Chemie dem älteren Laboratoriumsassistenten P. v. Berg, während er selbst erstmalig am Polytechnikum ein Kolleg (1879/80) über theoretische (allgemeine oder physikalische) Chemie zu lesen anfang.

Diese Periode war demnach reich an inneren Reformen der theoretischen und praktischen Ausbildung der jungen Chemiker, die eigene wissenschaftliche Produktion des Vertreters der Chemie dagegen trat vor seiner eifrigen pädagogischen Tätigkeit vollständig in den Hintergrund. Weber verstarb plötzlich am 27. Oktober 1881.

III. Periode: 1882—1887.

Das freigewordene Katheder für Chemie und damit die Leitung der chemischen (analytisch-wissenschaftlichen) Laboratorien ging im Januar 1882 auf den bisherigen Privatdozenten der Chemie an der Dorpater Universität Dr. chem. Wilhelm Ostwald (geb. 1853 in Riga) über. Der neue Professor erwies sich als ein neuer mächtiger geistiger Katalysator am Polytechnikum. Getragen von weitausblickenden wissenschaftlichen Idealen, gekennzeichnet durch eine gründliche chemische und physikalische Ausbildung (Schüler von C. Schmidt, A. v. Oettingen und J. Lemberg), bestens empfohlen durch seine Lehrer auf Grund seiner schon vorliegenden selbständigen Leistungen in der physikalischen Chemie, so trat der neue und auch an Jahren junge Professor in sein Amt ein. Sogleich setzten im Charakter des Unterrichts Reformen ein, doch dem stand ein äusserliches Hindernis im Wege: ein veraltetes und zu enges Laboratorium. Die Studentenzahl im Laboratorium stieg von 81 (1881/82) auf 193 (im Studienjahr 1885/86)! Da galt es vorerst, ein neues chemisches Institut zu erwirken. Dank dem Entgegenkommen des Verwaltungsrats und dank der Energie Ostwalds entstand das neue chemische Laboratorium als ein dreietagiger Zwischenbau an der Ingenieurstrasse und wurde 1885 bezogen. Neben Änderungen des Umfangs und der Art der Arbeiten in den analytischen Laboratorien wurde das synthetische Praktikum erweitert (als neuer Assistent trat Dr. P. Schoop ein); ein selbständiges chemisch-technisches Praktikum trat erstmalig auf (Dozent J. Spöhr 1885—1890), und die schon von Weber eingeführten Diplomarbeiten wurden in selbständige wissenschaftliche Experimentaluntersuchungen der Studierenden umgewandelt: zwecks Erlangung des Diploms mussten Dissertationen über Fragen der reinen, analytischen oder physikalischen Chemie vorgestellt werden.

Zur Illustration der Programme, nach Fertigstellung des neuen chemischen Instituts, dienen folgende Daten vom Studienjahre 1885/86:

	Semester							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Experimental-Chemie I (anorg. Chemie; W. Ostwald)	6	—	—	—	—	—	—	—
„ II org. Teil (W. Ostwald)	—	6	—	—	—	—	—	—
Analytische Chemie (P. v. Berg)	—	—	4	—	—	—	—	—
Chem. Praktikum, qualit., quant., präpar., Dissertat. (W. Ostwald, P. v. Berg, H. Trey, v. Schoultz)	—	—	10	10	10	12	14	14
Agrikulturechemie (G. Thoms)	—	—	—	—	6	—	—	—
Ausgew. Kapitel der theoret. Chemie (W. Ostwald)	—	—	—	—	—	—	—	2

Der Ruf des neuen Professors und des Rigaschen chemischen Laboratoriums drang weit hinaus; waren bei seinem Einzug ins Polytechnikum insgesamt 121 Chemiestudenten immatrikuliert, so betrug diese Zahl 1887 schon 301. Und je mehr Ansprüche von seiten der Studenten an ihn herantraten, um so mehr steigerte sich seine Schaffenskraft und wissenschaftliche Produktivität. Während dieser kurzen Periode (1882—1887) hat Ostwald 30 experimentelle Untersuchungen veröffentlicht¹⁾; seine Studien über „chemische Affinitätsmessungen“ werden fortgesetzt; es beginnen (1883) seine „Studien zur chemischen Dynamik“: hier werden seine neuen Methoden geschaffen, welche gegenwärtig in allen Unterrichtslaboratorien als klassische Übungsaufgaben behandelt werden: die Acetamid-, Methylacetat- und Rohrzuckerinversionsmethode. Alsdann (1884) begannen seine „elektrochemischen Studien“, welche ihn zu Wechselbeziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit und chemischen Reaktionsgeschwindigkeit der Stoffe führten; hieran knüpfte sich auch eine geistige Wechselbeziehung, die erste Bekanntschaft mit Sv. Arrhenius, welcher im Jahre 1886 im Ostwaldschen Privatlaboratorium arbeitete. Zwischen Ostwald und Arrhenius, dem Schöpfer der elektrolytischen Lösungstheorie, besteht noch heute der einst bei gemeinsamer Arbeit entstandene Freundschaftsbund, welcher für die Entwicklung der modernen physikalischen Chemie von nachhaltigem Einfluss gewesen ist. Zur selben Zeit trat Ostwald auch zu J. H. van't Hoff in direkte Beziehung.

In die Rigaer Zeit fallen noch zwei literarische Grosstaten Ostwalds, welche im Leben des hiesigen chemischen Laboratoriums, sowie im Dasein der physikalischen Chemie ein Ereignis bilden: 1) das klassische Lehrbuch Ostwalds, welches in zwei Bänden erstmalig das ganze Material der physikalischen Chemie kritisch sichtet (1883—1887), und 2) die im Jahre 1887 durch ihn vollzogene Herausgabe der „Zeitschrift für physikalische Chemie“. Heute bilden die Bände des „grossen“ Ostwald, sowie die — gemeinsam mit J. H. van't Hoff redigierten — etwa 80 Bände der

¹⁾ Vergl. P. Walden, Wilh. Ostwald. Ein Lebensbild. (Leipzig, W. Engelmann, 1904); W. Ostwald, von J. H. van't Hoff, Zeitschr. physik. Chemie 46, I—XXVII (1904).

„Zeitschrift“ die standard works der Bibliotheken für Chemie, Physik oder physikalische Chemie.

Herbststimmung herrschte im chemischen Laboratorium, als im Oktober 1887 W. Ostwald die Rigasche Hochschule verliess, um als erster ordentlicher Professor der physikalischen Chemie an der altberühmten Leipziger Universität fortan eine ungewöhnlich fruchtbare wissenschaftliche und organisatorische Tätigkeit zu entfalten¹⁾.

IV. Periode: 1887—1896 (Reorganisation des Polytechnikums).

Als Nachfolger Ostwalds auf dem Lehrstuhl der Chemie trat im Herbst 1887 der bisherige ausserordentliche Professor der Leipziger Universität Dr. phil. Carl August Bischoff seine Stellung an. Als Schüler des hervorragenden Organikers und Stereochemikers Joh. Wislicenus eröffnete Bischoff an der Rigaer Hochschule eine Ära der organischen Chemie. Die praktischen (synthetischen) Arbeiten der Studenten im Laboratorium, der theoretische Unterricht der Chemie überhaupt, sowie die Themata der von nun ab im chemischen Laboratorium ausgeführten wissenschaftlichen Diplomarbeiten, — alles erhielt einen ausgeprägt organisch-chemischen Charakter, ja dieser Übergang vollzog sich sogar zu schroff. Im Zusammenhang damit wurde der Kursus der organischen Chemie durch neue Vortragsfächer erweitert; so führte Bischoff die beiden Disziplinen „Organische Farbstoffe“ und „Übersicht der neueren Theorien und der Stereochemie“ ein. Nach der andern Seite erhielt er eine Entlastung, indem er für das Fach „Enzyklopädische Chemie“ eine eigene Dozentur durchsetzte (1888, Dozent H. Trey, nachher Professor), sowie die Kreierung einer neuen Dozentur für das Fach „Physikalische Chemie“ ermöglichte (1892, Dozent Mag. P. Walden). Eine weitere einschneidende Änderung erfolgte bald danach; 1894 schied der langjährige verdienstvolle Dozent und Assistent für analytische Chemie Paul v. Berg krankheitshalber aus. Die analytische und physikalische Chemie wurden nun zu einer neuen (zweiten) Professur vereinigt und dieses neue Katheder (1894) Dr. phil., Mag. chem. P. Walden übertragen. Damit vollzog sich eine Zweiteilung der Laboratorien, indem die Leitung des qualitativen und quantitativen Laboratoriums und die Organisation des praktischen Unterrichts in denselben naturgemäss auf den zweiten Professor überging.

Kurz vor der Reorganisation der Hochschule wies das Programm der rein chemischen Vorlesungen und Übungen folgende Zusammensetzung auf:

¹⁾ Das Polytechnikum ehrte W. Ostwald noch dadurch, dass es ihn 1903 zu seinem ersten Ehrenmitglied erwählte.

Studienjahr 1895/96:	Semester							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Stunden							
Einleitung in die Chemie (Walden)	2	—	—	—	—	—	—	—
Experimentalchemie I, anorg. (Bischoff)	—	6	—	—	—	—	—	—
II, organ. (Bischoff)	—	—	4	—	—	—	—	—
Analytische Chemie I u. II (Walden)	—	—	2	2	—	—	—	—
Analyt.-chem. Praktikum (Walden, Assist. Trey u. Dr. Doss; Lutz u. Dauge)	—	ca. 15	15	15	15	—	—	—
Chem. Theorien u. Stereochemie (Bischoff)	—	—	—	—	—	—	2	—
Organische Farbstoffe (Bischoff)	—	—	—	—	2	—	—	—
Physikalische Chemie (Walden)	—	—	—	—	—	2	—	—
Synthet.-chem. Praktikum (Bischoff, Assist. Blacher u. Dr. Tryller)	—	—	—	—	—	ca. 24	—	—
Wissenschaftl. Diplomarbeit (Dissertation)	—	—	—	—	—	—	ca. 20	—

Die wissenschaftliche Tätigkeit während dieses Zeitraums war sehr intensiv. Um einige Zahlen zu nennen, so beträgt (1887—1896) die Zahl der publizierten Arbeiten Bischoffs und seiner Schüler 111, die Zahl der publizierten Arbeiten Waldens und seiner Schüler 40.

Bischoff bearbeitete vornehmlich die organische Chemie, insbesondere die Synthese der stereoisomeren Bernsteinsäuren (zusammen mit Voit, Hjelt, Hausdörfer, A. v. Kuhlberg, N. Mintz), sowie der Piperazine (zusammen mit Nastvogel, Trapesonzanz u. a.) und der Derivate der Oxy Säuren (gemeinsam mit P. Walden). In das Gebiet der physikalischen Chemie fallen die meisten Untersuchungen Waldens: über das elektrische Leitvermögen von Salzen (die sogen. Ostwald-Waldensche Regel), optische Eigenschaften von Estern, Affinitätskonstanten der Säuren (Doktordissertation, Leipzig 1891), osmotische Untersuchungen (Опыт изслѣдованія осмотическихъ явленій. Диссерт. на степень магистра химіи, 1893), optisch-aktive Stoffe.

An grösseren literarischen Werken sind hervorzuheben: das zweibändige „Handbuch der Stereochemie“ von Bischoff und Walden (Frankf. a. M. 1893—1894), in welchem erstmalig das gesamte stereochemische Material historisch-kritisch bearbeitet worden ist; die „Fortschritte der Stereochemie“ (Bischoff-Walden); die „Fortschritte der organischen Chemie“ (Bischoff; Meyers Jahrb. d. Chemie); Научныя основанія аналитической химіи В. Оствальда. Переводъ подъ редакц. П. Вальдена (Рига 1896); Систематическій ходъ качественного анализа П. Вальдена (Рига 1893); Введение въ химию П. Вальдена (Рига 1895) u. a.

V. Periode: 1896—1908.

Das Jahr 1896 bringt die Reorganisation der Polytechnischen Schule in das „Rigasche Polytechnische Institut“. Die neuen Rechte bedingen eine Reihe neuer Pflichten und Reformen. Der bisherige vierjährige Lehrkursus

in der chemischen Abteilung wird zu einem fünfjährigen, mit neuen Disziplinen und einem erweiterten Programm der Laboratoriumsarbeiten. Die Unterrichtssprache wird geändert, und insbesondere vollzieht sich der Vortrag in den ersten Lehrjahren (I. und II. Kursus) weitgehend in der Reichssprache. Schon im Studienjahre 1895/96 erteilt das Lehrkomitee Prof. Walden den Auftrag — als Vorbereitung für das von Prof. Bischoff zu lesende Kolleg „Anorganische Chemie“, — das Kolleg „Введение въ химию“ zu halten (vergl. IV. Periode); schliesslich geht 1898 die „Anorganische Chemie“ ganz auf Prof. Walden über, welcher neben diesem vierstündigen Jahreskolleg noch die physikalische Chemie und — als neues Fach — die Elektrochemie je zweistündig in einem Semester vorzutragen hat. Dagegen wird der Vortrag der analytischen Chemie, sowie das neu eingeführte analytische Seminar nunmehr einem speziellen Dozenten (1898, Dozent O. Lutz) übertragen. Gleichzeitig werden besondere Übungen in der physikalischen und Elektrochemie eingeführt (1899, I. Assistent Dr. phil. M. Centnerszwer, II. Assistent Dr. phil. J. v. Zawidzki, 1900—1907).

Entsprechend diesen Neuordnungen, gestaltete sich, kurz nach der inneren Reorganisation (1899), das Programm der rein chemischen Disziplinen auf der chemischen Abteilung folgendermassen:

	S e m e s t e r									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	S t u n d e n									
Anorganische Chemie (Walden)	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Organische Chemie (Bischoff)	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—
Analytische Chemie (Lutz)	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
" " Seminar (Lutz)	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
" " qual. Praktikum (Walden)	—	—	20	20	—	—	—	—	—	—
" " quant. " (Walden)	—	—	—	—	20	20	—	—	—	—
Physikalische Chemie (Walden)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Elektrochemie (Walden)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Physik.-chem. u. elektrochem. Prakt. (Walden)	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
Synthetisches Praktikum (Bischoff)	—	—	—	—	—	—	24	20	—	—
Wissenschaftliche Arbeiten (Dissertationen)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20

Allen diesen Änderungen gegenüber erweist sich das (1885 von Ostwald erbaute) alte chemische Laboratorium als zu eng und nicht mehr zweckdienlich. Dank der Regierungssubvention kann nach den Entwürfen von Bischoff und Walden 1899 an die Errichtung eines neuen chemischen Laboratoriums (in dem grossen Neubau am Puschkimboulevard) geschritten werden. Die vom Verwaltungsrat reichlich bewilligten Mittel ermöglichten die Anschaffung von Apparaten usw. der modernen organischen, physikalischen und Elektrochemie, so dass das 1900 bezogene neue chemische Laboratorium allen Anforderungen der neuen Zeit gerecht werden konnte¹⁾.

¹⁾ In dem anderen Flügel des neuen Gebäudes werden die Laboratorien für technische Chemie placiert, wo die Professoren Glasenapp und Blacher, nachher auch Wit-

Von dem wissenschaftlichen Pulsschlag in dem neuerrichteten chemischen Institut legen folgende Zahlen Zeugnis ab:

Während des Zeitraums 1896—1908 sind veröffentlicht worden: von C. A. Bischoff 76, von P. Walden 80 wissenschaftliche Abhandlungen.

Ausserdem von den jüngeren Mitarbeitern:

Doz. Dr. phil. O. Lutz	15	wiss. Abhandl.
Assist. Dr. phil. J. v. Zawidzki (seit 1906 Doz.) ¹⁾	13	„
„ Mag. chem. M. Centnerszwer (seit 1908 Doz.)	24	„
„ Dr. phil. E. Wedekind ²⁾ (1895—1899)	22	„
„ Dr. phil. E. Fröhlich	12	„

In diesem Zeitraum (1896—1908) hat also das chemische Laboratorium rund 240 wissenschaftliche Untersuchungen meist experimenteller Natur veröffentlicht. Dem Charakter nach betreffen sie fast alle Gebiete der reinen Chemie: Bischoff studiert das wichtige Gebiet der organischen „Verkettungen“ und der „sterischen Hinderungen“; Walden erforscht die optische Aktivität („Waldensche Umkehrung“), beginnt seine Untersuchungen über anorganische und organische Lösungs- und Ionisierungsmittel, über Grenzleitfähigkeit und innere Reibung, Dielektrizitätskonstanten, Oberflächenspannung und Assoziation der Flüssigkeiten usw.; Lutz bearbeitet die analytische Chemie und die optische Inversion; Centnerszwer widmet sich der Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit und der Übertragung der osmotischen Theorie auf das kritische Gebiet; Zawidzki fördert die Kenntnis der Dampfdrucke binärer Flüssigkeitsgemische; Wedekind in Mitarbeit von E. Fröhlich erweitert die Lehre vom asymmetrischen Stickstoff usw.

An grösseren wissenschaftlichen Publikationen während dieser Periode seien in alphabetischer Reihenfolge namhaft gemacht:

C. A. Bischoff: Materialien der Stereochemie. 2 Bde. Braunschweig 1904.

M. Centnerszwer: Критическая температура растворовъ. (Магист. дисс.) Спб. 1903.

Skiece z Historji Chemii. Warsz. 1908.
(Z. Z. wird eine russische Ausgabe vorbereitet.)

O. Lutz: Стереохимическія изслѣдованія. (Магист. дисс.) Рига 1908.

P. Walden: Руководство къ приготовленію органическихъ препаратовъ, Эм. Фишера. Рига 1897.

Материалы къ изученію оптической изомерии. (Докт. дисс.) Спб. 1898.

Восемь лекцій по физической химіи, Вантъ-Гоффа. Рига 1903.

Wilhelm Ostwald. Leipzig 1904.

lich, Schimansky und Britzke die ihren Spezialitäten entsprechenden Übungen und Untersuchungen ausführen.

¹⁾ Seit Oktober 1907 Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Dublany (Österreich).

²⁾ Gegenwärtig ausserordentlicher Professor an der Universität Strassburg im Elsass.

E. Wedekind gemeinsam mit E. Fröhlich: Zur Stereochemie des fünfwertigen Stickstoffs. Leipzig, II. Aufl., 1907.

In dem Bestande der Wissenschaftler trat eine Lücke ein durch den Fortgang von E. Wedekind (1899, als Privatdozent nach Tübingen) und J. v. Zawidzki (1907, nach Dublany als Professor). Endlich trifft ein sehr schwerer Schlag die Hochschule: durch Krankheit gezwungen, nahm im April 1908 Prof. Dr. C. A. Bischoff seinen Abschied von der hiesigen akademischen Tätigkeit; unerwartet schnell folgte darauf am 5. (18.) Oktober 1908 sein Tod¹⁾.

VI. Periode: von 1908 (Herbst) bis zur Gegenwart (April 1912).

Die grosse Lücke, welche der Tod des hervorragenden Forschers und begabten Lehrers C. A. Bischoff im Wirken und Wesen des organischen Laboratoriums bedingt hat, ist bis zur Stunde noch nicht ausfüllbar gewesen. Denn nur als eine interimistische Massnahme kann der 1908 getroffene Modus der Verteilung der Disziplinen betrachtet werden. Das Hauptkolleg über anorganische und organische Chemie ist wiederum — wie vor mehr als 25 Jahren — in einer Person (P. Walden) vereinigt; daneben wurde eine Adjunkt-Professur für analytische Chemie und ausgewählte Kapitel der anorganischen und organischen Chemie (Adj.-Prof. Mag. chem. O. Lutz, 1908) geschaffen; ausserdem besteht noch eine Dozentur für angewandte physikalische Chemie (1908, Dozent Mag. chem. M. Centnerszwer). Das praktische Arbeitsprogramm hat für das analytische Laboratorium eine Änderung erfahren; im Jahre 1908 ist das von P. Walden schon vor 10 Jahren beantragte Praktikum für anorganische Chemie (im I. Studienjahr) verwirklicht worden (Assistent Dr. phil. A. v. Antropoff). Dadurch ist das Programm des qualitativen Laboratoriums (Assistenten P. Dauge [zugleich Dozent an der landwirtschaftlichen Abteilung], E. Egeirwe und W. Jurkewitsch), sowie des quantitativen (Assistenten Dr. phil. W. Fischer und N. Steinbach) um Einiges erleichtert worden. Im synthetischen Praktikum ist durch Adj.-Prof. O. Lutz eine Umgestaltung der Präparate angebahnt worden (Assistenten Dr. phil. O. Fröhlich und W. Deubner), während das Praktikum für physikalische und Elektrochemie in der früheren Weise weitergeführt wird (Dozent Mag. Centnerszwer).

Zu Beginn dieser letzten Entwicklungsperiode (seit 1908/09) bestand folgende Studienordnung für die rein chemischen Disziplinen, nachdem schon seit 1906 auf Antrag von P. Walden ein neues Fach, die angewandte (technische) physikalische Chemie (Dozent J. v. Zawidzki), für die Chemiker aufgenommen worden war:

¹⁾ Vergl. den Nekrolog von P. Walden: C. A. Bischoff. Chemiker-Zeitung 1908, Nr. 87; sowie И. С. Телетовъ: Карлъ Адамъ Бишофъ. Журн. Р. Физ.-Хим. Общ. 42, 1501 — 1516 (1910).

	Semester									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Stunden									
Anorgan. Chemie, Vorlesungen (Walden)	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ Übungen (Walden) . .	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Organ. Chemie, Vorlesungen (Walden)	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Analytische Chemie, Vorlesungen (Lutz)	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
„ „ Seminar (Lutz) . .	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
Anorgan. Chemie, Spezielle Kapitel (Lutz)	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Organ. Chemie, Spezielle Kapitel (Lutz)	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Physikalische Chemie (Walden)	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Elektrochemie (Walden)	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Angewandte phys. Chemie (Centnerszwer)	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
Qualitat. Praktikum (Walden)	—	—	16	16	—	—	—	—	—	—
Quantit. Praktikum (Walden)	—	—	—	—	16	16	—	—	—	—
Synthetisches Praktikum (Walden u. Lutz)	—	—	—	—	—	—	16	16	—	—
Phys.-chemisches und elektrochemisches Praktikum (Walden u. Centnerszwer) .	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
Wissenschaftl. Arbeiten (Dissertationen)	—	—	—	—	—	—	—	—	22	22

Die wissenschaftliche Produktivität während dieser letzten Jahre ist der beste Beweis dafür, dass der Forschungstrieb und die Schaffenskraft auch der jüngeren Mitarbeiter in denselben Traditionen und mit derselben Energie sich betätigen, wie sie für das hiesige chemische Laboratorium im Laufe der vielen Jahrzehnte charakteristisch geworden sind.

Es sind von 1908 bis 1911/12 veröffentlicht worden:

von P. Walden 32 wissenschaftliche Abhandlungen und Werke

„ O. Lutz 7

„ M. Centnerszwer 3

„ O. Fröhlich 3

„ W. M. Fischer 4

„ A. v. Antropoff 3

Darunter seien als grössere selbständige Publikationen hervorgehoben:

E. Fröhlich: *Практическое введение въ органическую химию*. Riga 1912.

P. Walden: *Dimitri Iw. Mendelejeff*. Berlin 1909.

Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge. Stuttgart 1910.

M. B. Ломоносовъ какъ химикъ. Рѣчь. Спб. 1911.

Ausserdem betätigen sich noch als ständige Referenten an wissenschaftlichen Organen:

A. v. Antropoff (an den Beibl. zu den *Annalen der Physik*), M. Centnerszwer (an den „*Tables Annuelles*“, Paris), P. Dauge und E. Fröhlich (am *Chem. Zentralblatt* und *Beilstein*), W. M. Fischer (am *Chem. Zentralblatt* und *Beilstein*, an der *Chemiker-Zeitung* und an den „*Tables Annuelles*“), O. Lutz (bis 1908 am *Chem. Zentralblatt* und *Beilstein*). Als ständiger Mitarbeiter ist an der Herausgabe beteiligt: P. Walden (*Abegg's Handbuch der anorgan. Chemie* [Leipzig], *Zeitschrift für physik.*

Chemie [Leipzig], Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaft und Technik [Leipzig], Jon [London].

Von dem wissenschaftlichen Geist, welcher das chemische Laboratorium durchweht, legt noch die folgende bemerkenswerte Tatsache Zeugnis ab: sämtliche gegenwärtig tätigen Lehrkräfte (bis auf eine) sind Zöglinge der Rigaer Hochschule und ehemalige Praktikanten des chemischen Laboratoriums (A. v. Antropoff, Dauge, Deubner, Eegriwe, Fischer, Fröhlich, Jurkewitsch, Lutz, Steinbach, Walden), fünf von ihnen haben ihre Studien auf ausländischen Universitäten fortgesetzt und erfolgreich abgeschlossen. Insbesondere ist die letzte Zeit noch dadurch gekennzeichnet, dass — etwa von 1906 ab — von den einstigen und jetzigen Assistenten 6 Herren an innerrussischen Universitäten das Examen auf den Grad eines Magisters der Chemie erfolgreich bestanden haben (Lutz, Zawidzki, Teletow, Fröhlich, Fischer, v. Antropoff), während die übrigen teilweise die erforderlichen wissenschaftlichen Vorarbeiten hierzu treffen.

Nehmen wir hierzu noch die wissenschaftliche Produktivität, wie sie sich durch die Veröffentlichung selbständiger Arbeiten in den grossen ausländischen und russischen wissenschaftlichen Organen, sowie durch die Drucklegung von Monographien, Lehrbüchern u. a. dokumentiert, und betrachten wir insbesondere nur die letzten 25 Jahre, so erhalten wir als Resultat, dass mehr als 430 Veröffentlichungen — aus den mannigfaltigen Gebieten der reinen Chemie — aus dem chemischen Laboratorium des Polytechnikums hervorgegangen sind¹⁾.

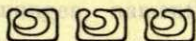
Um den wissenschaftlichen Geist zu heben, um durch wechselseitigen Meinungsaustausch einen engeren gegenseitigen Anschluss, sowie eine Klärung und neue Anregung bei den wissenschaftlichen Arbeiten zu erreichen, ist im Jahre 1909 (wesentlich auf Initiative von P. Walden) ein Zusammenschluss aller Vertreter der Chemie (bezw. sämtlicher an den Laboratorien für reine und angewandte Chemie tätigen Lehrkräfte der Hochschule) zu einer „Chemischen Gesellschaft am Rigaer Polytechnischen Institut“ erfolgt. Indem diese junge Gesellschaft auch ehemalige und in Riga wohnende Zöglinge der Hochschule, sowie Männer der chemischen Praxis zu ihren Mitgliedern zählt, unterhält sie einen regen Kontakt zwischen Schule und Leben, und indem sie Neues zu bieten bestrebt ist, empfängt sie auch ihrerseits neue Anregungen aus der chemischen Technik. Von der Tätigkeit der „Chemischen Gesellschaft“ legen die regelmässig in der „Chemiker-Zeitung“ veröffentlichten Sitzungsberichte Zeugnis ab.

Aus dieser kurzen Skizze ist unschwer zu erkennen, dass das der allgemeinen Chemie dienende Laboratorium in seiner Gesamtheit eine Stätte

¹⁾ Die umfangreiche wissenschaftliche Tätigkeit der Vertreter der angewandten Chemie bezw. chemischen Technologie für denselben Zeitraum ist in diesen Zahlen natürlich nicht inbegriffen.

der reinen Forschung geworden ist. Dank dem Vorbilde und der intensiven Forschertätigkeit seiner Leiter von einst ist das wissenschaftliche chemische Laboratorium von heute in seiner Richtung gefestigt; es hält nicht nur treu an seinen Traditionen fest, sondern ist bestrebt, in seinem gegenwärtigen Bestande den alten Geist ernster wissenschaftlicher Schulung auch allen im Laboratorium tätigen Praktikanten einzufliessen, d. h. diese künftigen Techniker vorerst zu lehren, in Erscheinungen zu denken und wissenschaftliche Probleme selbständig zu lösen. Dass dieses hohe Ideal auch im chemischen Laboratorium einer technischen Hochschule verwaltet werden muss, dafür diene die Autorität eines Justus v. Liebig, des Schöpfers des ersten chemischen Unterrichtslaboratoriums überhaupt: „Wir studierten die Naturerscheinungen, ohne nach ihrem Nutzen zu fragen.“ Und die blühende chemische Industrie Deutschlands bezeichnet gerade dieses Laboratorium Liebig's als ihren geistigen Ausgangspunkt! Dass diese Methode der Ausbildung von technischen Chemikern richtig ist, hob noch unlängst der grosse und erfolgreiche Erfinder in der englischen chemischen Industrie, Ludwig Mond, hervor, indem er die Studenten aufforderte, „ihre ganze Energie und Aufmerksamkeit der reinen Wissenschaft zu widmen und dieser allein, ohne an eine unmittelbare praktische Anwendung zu denken, da diese von selbst früher oder später kommt“.

Die genannten Anoden hergestellt waren, wobei jedoch statt der Luftpumpe selbst ein Induktor mit rotirendem Quecksilberunterbrecher als Quelle des Hochspannungsfeldes diente, konnte eine Reihe von Angaben über die zu beobachtenden Erscheinungen gemacht werden, die optischen nicht ganz bestätigt gemacht werden.



Der Autor gibt an, dass seine Anodenstrahlen Glasfluoreszenz hervorrufen, welche derjenigen der Kathodenstrahlen ähnlich ist und doch auch derjenigen des Röntgenstrahlen entsprechen soll. Andererseits sollen Natriumsalze gelbes, Strontiansalze jedoch grüne Fluoreszenz ergeben; diese Angaben sind nicht leicht zu verstehen, da die Dämpfe der genannten Salze ja selbst jene gelbe resp. grüne Färbung besitzen, während doch bei Fluoreszenz eine Veränderung der Wellenlänge zu erwarten ist. Was ferner die Ablenkung betrifft, das bisweilen die Glaswand „alleenthalben“ fluoresziert, so hat diese Erscheinung mit den Anodenstrahlen sicherlich nichts zu tun, sondern hat wohl darin ihren Grund, dass die von den Kathodenstrahlen getroffenen, der Kathode gegenüberliegenden Teile der Glaswand Ausgangsorte von Röntgenstrahlen werden und letztere Fluoreszenz der übrigen Glasstelle des Entladungsgefässes bewirken.

Übrigens zeigte sich bei Versuchen mit Lithiumstrahlen, dass dieselben in einem schwachen Magnetfelde bisweilen deutliche Ablenkung in einer Seite erfahren, als wären sie Träger negativer Ladungen. Was hierbei und zu den folgenden Versuchen benutzte Entladungsgefäss hatte Kugelformat,

Über Staubstrahlen im Vakuum.

Von H. Pflaum.

In seinem Buche „Die Strahlen der positiven Elektrizität“, Leipzig, 1909, sowie in einer in den Ann. d. Phys. (4) 25 p. 861, 1908, erschienenen Arbeit berichtet Prof. Dr. E. Gehrcke über eine besondere Art von Strahlen, die er in Gemeinschaft mit O. Reichenheim entdeckt und eingehend untersucht hat. Da diese Strahlen von der Anode der Vakuumröhre ausgehen, haben sie von den Entdeckern den Namen „Anodenstrahlen“ erhalten. Im Magnetfelde werden sie im selben Sinne und um den gleichen Betrag abgelenkt, wie die hinter der Kathode auftretenden Kanalstrahlen, woraus zu schliessen ist, dass sie aus positiven kleinsten Teilchen bestehen.

Bei Wiederholung einiger der von Gehrcke loc. cit. beschriebenen Versuche mit einer Anodenstrahlenröhre und Salzanoden, die nach Angabe des genannten Autors hergestellt waren, wobei jedoch statt der Influenzmaschine meist ein Induktor mit rotierendem Quecksilberunterbrecher als Quelle des Elektrizitätsfeldes diente, konnte eine Reihe von Angaben über die zu beobachtenden Erscheinungen, namentlich die optischen, nicht ganz bestätigt gefunden werden.

Der Autor gibt z. B. an, dass seine Anodenstrahlen Glasfluoreszenz hervorrufen, welche derjenigen der Kathodenstrahlen ähnlich ist und doch auch derjenigen der Kanalstrahlen entsprechen soll. Andererseits sollen Natriumsalze gelbliche, Thalliumsalze jedoch grünliche Fluoreszenz ergeben; diese Angaben sind nicht recht zu verstehen, da die Dämpfe der genannten Salze ja selbst jene gelbe, resp. grüne Färbung besitzen, während doch bei Fluoreszenz eine Transformation der Wellenlänge zu erwarten ist. Was ferner die Angabe betrifft, dass bisweilen die Glaswand „allenthalben“ fluoresziert, so hat diese Erscheinung mit den Anodenstrahlen sicherlich nichts zu tun, sondern hat wohl darin ihren Grund, dass die von den Kathodenstrahlen getroffenen, der Kathode gegenüberliegenden Teile der Glaswand Ausgangsorte von Röntgenstrahlen werden und letztere Fluoreszenz der übrigen Glasteile des Entladungsgefässes bewirken.

Übrigens zeigte sich bei Versuchen mit Lithiumstrahlen, dass dieselben in einem schwachen Magnetfelde bisweilen deutliche Ablenkung in einem Sinne erfahren, als seien sie Träger negativer Ladungen. Das hierbei und zu den folgenden Versuchen benutzte Entladungsgefäss hatte Kugelgestalt,

einen Durchmesser von 17 cm, eine am oberen Ende angebrachte Kathode von Kreisform und eine mittels Schliff in einen Seitentubus einzusetzende Anode, bestehend aus einem durch ein enges Glasröhrchen überdeckten Kupferdraht. Letzterer wird zu den Gebrückeschen Versuchen mit Anodenstrahlen allseitig umgeben von einer besonders präparierten Substanz, z. B. einem Gemisch aus geschmolzenem Lithiumjodid oder Natriumjodid und Kohle. Aus dem den Anodendraht umgebenden Glasröhrchen strömen die gefärbten, als Salzanodenstrahlen bezeichneten Strahlen hervor.

Wurden anstatt der Metallsalze äusserst feine Pulver in das den Anodendraht umgebende Röhrchen gebracht, so traten aus letzterem, falls die Pulverteilchen geeignete Lage hatten, beispielsweise nicht zu weit vom Drahtende entfernt waren, leuchtende Strahlen hervor, die als Staubstrahlen bezeichnet sein mögen. Das Vakuum im Entladungsgefässe musste so hoch sein, dass gegenüber der Kathode bereits die den Kathodenstrahlen eigentümliche Glasfluoreszenz sichtbar wurde. Die Staubstrahlen bilden einen schwach divergierenden Lichtkonus, der sich unter geeigneten Umständen bis auf mehrere Zentimeter optisch verfolgen lässt. Ihre Helligkeit hängt innerhalb weiter Grenzen von der durch das Entladungsgefäss transportierten Elektrizitätsmenge, ferner vom Grade der Luftverdünnung und endlich von der Beschaffenheit des gewählten Pulvers ab. Was den Einfluss des Gasdruckes anlangt, so schien ein solcher, bei dem eben erst Kathodenstrahlen, also möglichst langsame Kathodenstrahlen auftreten, recht günstig zu sein. In sehr hohem Vakuum treten die Strahlen nur schwach und sporadisch auf.

Die mechanische Wirkung der Staubstrahlen ist mit einfachen Hilfsmitteln nicht erkennbar: ein leichtes in ihren Weg gestelltes Papierblättchen wird in kaum merklicher Weise bewegt, und doch erweist es sich bei nachträglicher Betrachtung ausserhalb des Entladungsgefässes überzogen von einer dünnen Schicht feinsten Staubes; ausserdem färbt sich solch ein Blättchen hellbraun, was auf eine thermische Wirkung schliessen lässt.

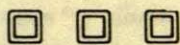
Erreichen die Staubstrahlen die Glaswand des Gefässes, so bringen sie letztere zum Leuchten; dieses Leuchten ist ein sehr unruhiges, seine Farbe ist gelblichgrün; vermutlich hat man es mit einer Fluoreszenz zu tun: die Färbung der Staubstrahlen selbst ist meist graublau und scheint sich mit dem gewählten Pulver nicht wesentlich zu ändern.

Bringt man die Entladungskugel derart in ein Magnetfeld, dass dessen Kraftlinien senkrecht zu den Staubstrahlen verlaufen, so krümmen sich letztere sehr stark, und zwar in demselben Sinne, wie Kathodenstrahlen, so dass sie also negative Ladung transportieren. Dieser Umstand ist bemerkenswert, da die Strahlen ja direkt von der Anode kommen.

Benutzt wurden verschiedene Pulver, wie Schwefelblumen, gepulverter Siegellack, Mennige, Graphit, Lycopodium etc. Die beiden letztgenannten

Stoffe erwiesen sich besonders geeignet, während die elektropositive Menge nur schwache Strahlen gibt.

Benutzt man zum Erzeugen der Entladungen eine Influenzmaschine mit vorgeschalteter Funkenstrecke, so ändert sich der Charakter der Erscheinungen nur quantitativ, d. h. die Strahlen treten ebenso auf, wie früher, zeigen die gleichsinnige Ablenkung im Magnetfelde und sind bloss weniger intensiv, wohl wegen der geringeren transportierten Elektrizitätsmengen. Bei Benutzung eines Induktors mit rotierendem Quecksilberunterbrecher betrug die primäre Stromstärke $2\frac{1}{2}$ bis 3 Amp., die sekundliche Zahl der Unterbrechungen 5—10, die Spannung an der Anode 1100—1300 Volt. Auf andere Messresultate, sowie die bei Anwendung von Pulvern mit verschiedenem Jonisierungsvermögen auftretenden besonderen Erscheinungen kann hier nicht näher eingegangen werden.



Der entsprechenden Asparaginsäure... Benutzt man aber organische... so er... spontaner... oder... in... nicht ungleich erscheint. Es... die in folgendem beschriebene...

die... Asparaginsäure und die... (Vergl. Taf. I.)

Die Drehungsrichtung der Asparaginsäure ist positiv bei Hinzugabe... erreicht ein Maximum bei... Positiv über (bei etwa 1/30).

Einen vollkommen ähnlichen Verlauf zeigt die entsprechende Kurve... positiv Teil gedreht, so dass nur ein kleiner Teil, etwa für ein Molekül

1) Ber. d. d. chem. Ges. 23, 133 (1890); 30, 2756 u. 3146 (1897); 32, 1533 u. 1865 (1899).
 2) Ber. d. d. chem. Ges. 40, 439 (1907); Ann. d. Chemie 340, 171 (1907); Ber. d. d. chem. Ges. 38, 2585 (1905); 41, 2337 (1908); 41, 286 u. 2631 (1908); 41, 2621.
 3) J. Chem. Soc. 57, 1919 (1910); 62, 1305 (1910).
 4) Vergl. O. Lufa, Verh. Intern. C. russ. phys.-chem. Ges. 1908, 1491—1500.

Über die Umkehrung optischer Antipoden durch organische Basen.

Von O. Lutz.

Das von P. Walden ¹⁾ zuerst nachgewiesene Phänomen der Umkehrung optischer Antipoden hat durch E. Fischer ²⁾ und seine Mitarbeiter und Mc Kenzie ³⁾ eine erfolgreiche Weiterentwicklung erfahren. In den meisten Fällen wird hier die Umkehrung durch Gewinnung des entsprechenden Antipoden der Ausgangsverbindung konstatiert. Benutzt man aber organische Basen zur Einwirkung auf die halogensubstituierten aktiven Säuren, so erhält man zumeist neben Säureamiden substituierte Amidosäuren oder entsprechende ähnliche Verbindungen ⁴⁾, deren leichte Rückverwandlung in Oxysäuren oder halogensubstituierte Säuren nicht möglich erscheint. Es muss nach einem anderen Mittel zur Konstatierung der optischen Umkehrung gesucht werden, und dazu scheint mir die in folgendem beschriebene graphische Methode wohl geeignet.

Als Grundtypen wurden die gewöhnliche l-Asparaginsäure und die sogen. d-Glutaminsäure (aus Kasein) gewählt. Untersucht man die Drehungen gleicher Mengen dieser Säuren bei Hinzugabe von wechselnden Mengen von Salzsäure oder Natronlauge und trägt die erhaltenen Drehwinkel als Ordinaten, die zugehörigen Mole Chlorwasserstoff oder Natriumhydroxyd als Abszissen auf, so erhält man Kurven, die für beide Verbindungen vollkommen gleichartig verlaufen. (Vergl. Taf. I.)

Die Drehungsrichtung der Asparaginsäure ist positiv bei Hinzugabe von Salzsäure und geht durch einen im positiven Teil gelegenen Nullpunkt bei Hinzugabe von Alkali ins Negative über, erreicht ein Maximum bei einem Molekül Natriumhydroxyd, kehrt dann um, macht bei drei Molekülen nochmals eine kleine Wendung nach unten und geht dann allmählich ins Positive über (bei etwa 1 : 32).

Einen vollkommen ähnlichen Verlauf zeigt die entsprechende Kurve für die Glutaminsäure. Die Werte sind jedoch bedeutend mehr in den positiven Teil gerückt, so dass nur ein kleiner Teil, etwa für ein Molekül

¹⁾ Ber. d. d. chem. Ges. **29**. 133 [1896]; **30**. 2795 u. 3146 [1897]; **32**. 1833 u. 1855 [1899].

²⁾ Ber. d. d. chem. Ges. **40**. 489 [1907]; Ann. d. Chemie **340**. 171 [1905]; Ber. d. d. chem. Ges. **39**. 2895 [1905]; **41**. 2891 [1908]; **41**. 889 u. 2891 [1908]; **43**. 2020.

³⁾ J. Chem. Soc. **97**. 1016 [1910]; **97**. 1355 [1910].

⁴⁾ Vergl. O. Lutz. Vergl. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **1909**. 1491—1589.

Alkali einen negativen Wert besitzt. Die Kurve entspricht im allgemeinen den Angaben von Andrlík¹⁾. Die Drehkurve der l-Asparaginsäure nähert sich in ihrem Verlauf der Drehkurve der Glutaminsäure immer mehr, wenn man grössere Konzentrationen der Säure nimmt, jedoch dieselbe Temperatur (18°) beibehält. Für $\frac{1}{10}$ m gelten die obigen Bestimmungen. Nimmt man für die l-Asparaginsäure $\frac{3}{10}$ m, so ist bereits der NaOH-Teil der Kurve dem positiven Wert für den mittleren Teil bedeutend näher gerückt und bei m/1 sind die Werte für 3 Gr.-Mol. NaOH schon positiv. Die Asparaginsäurekurve nähert sich also in ihrem Verlauf vollkommen derjenigen der sogen. d-Glutaminsäure.

Ähnliche Verhältnisse werden wohl auch für die Glutaminsäure existieren. Es erscheint daher vollkommen gerechtfertigt, die gewöhnliche l-Asparaginsäure und die sogen. d-Glutaminsäure aus Kasein als gleichartige Antipoden zu betrachten. Ob man sie als zur Rechtsreihe oder Linksreihe gehörig anzusehen hat, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Doch sei in folgendem aus praktischen Gründen das letztere angenommen.

Die untersuchten Säuren sind, mit Ausnahme der Glutaminsäure und des l-Tyrosins, aus der l-Brombernsteinsäure P. Waldens und den entsprechenden Basen dargestellt worden. Da ist zunächst die hier nicht näher graphisch angeführte d-Asparaginsäure, welche aus l-Brombernsteinsäure und Ammoniak²⁾ unter bestimmten Bedingungen erhalten wird, die aber als Antipode der gewöhnlichen l-Asparaginsäure zu betrachten ist, wie früher zahlenmässig dargetan wurde³⁾. Der Verlauf ihrer Kurve ist demjenigen der d-Methylasparaginsäure, die aus l-Brombernsteinsäure und Methylamin dargestellt worden, wohl als analog anzunehmen, wie aus der Betrachtung der graphischen Darstellung (vergl. Taf. I) und der entsprechenden Tabelle III hervorgeht.

Wenn derart die Asparaginsäure aus l-Brombernsteinsäure und Ammoniak und die Methylasparaginsäure, aus der gleichen Säure und Methylamin, als Rechtsantipoden anzusprechen sind, so ist das Umgekehrte der Fall bei den Asparaginsäuren aus l-Brombernsteinsäure und Anilin oder l-Brombernsteinsäure und o-Tolnidin, der Phenylasparaginsäure und o-Tolylasparaginsäure. Bei beiden Säuren verläuft, wie aus der Kurventafel II hervorgeht, der Teil der Kurve, welcher durch Hinzufügung von HCl zu den aktiven Verbindungen entsteht, vollkommen analog den entsprechenden Kurven, die durch die gewöhnliche Asparaginsäure und Glutaminsäure bei Salzsäurehinzugabe gebildet werden. Das gleiche gilt auch von dem Kurventeil, welcher durch Hinzugabe von NaOH zu den aktiven Säuren entsteht. Beide Kurvenäste entsprechen vollkommen den entsprechenden Teilen der

1) Z. d. Ver. d. deutsch. Zuckerind. Lief. 572. 950.

2) Vergl. E. Fischer u. Raske, B. 40. 1053 [1907].

3) Vergl. Z. f. phys. Chem. 70. 261 [1909].

beiden Vergleichssäuren, der l-Asparaginsäure und der Glutaminsäure aus Kasein. Beide Kurventeile befinden sich, entsprechend der Glutaminsäure und den höheren Konzentrationen der Asparaginsäure, im positiven Teil.

Wir haben somit bei der Einwirkung von Ammoniak und Methylamin auf l-Brombernsteinsäure Asparaginsäuren von entgegengesetztem optischem Charakter erhalten, wie bei der Einwirkung von Anilin und Toluidin auf die gleiche Verbindung. In welchem der beiden Fälle eine optische Umkehrung Platz gegriffen hat, kann hier nicht weiter erörtert werden. Nur das Faktum der Umkehrung sei konstatiert. Wir haben es also bei den organischen Basen mit dem gleichen Unterschied zu tun, den P. Walden bereits für die anorganischen Basen festgestellt hat, indem er Ammoniak, Kalium-, Natrium-, Lithiumhydroxyd und ähnliche als den einen Antipoden der aktiven Äpfelsäuren aus aktiven Halogenbernsteinsäuren erzeugend, Silberoxyd, Quecksilberoxyd, Thallium- und Palladiumoxydulhydrat als den entgegengesetzten Antipoden hervorbringend konstatierte.

Ausser den erwähnten zweibasischen Aminosäuren wurde auch eine einbasische Aminosäure, das l-Tyrosin, untersucht (vergl. Taf. VII und Kurventaf. II). Der Verlauf des Salzsäureastes entspricht demjenigen der l-Asparaginsäure vollkommen; für die mittels NaOH erzeugte Kurve ist charakteristisch, dass der vordere Teil, welcher der zweiten Karboxylgruppe entspricht, fehlt.

m/10 Asparaginsäure; l = 3; T = 18°. Tabelle I.

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Asp. zu Mol. HCl
1) 0.3327 g Säure + 0.25 ccm n/1 HCl + H ₂ O zu 25 ccm	+ 0.27° . . .	+ 6.78°	1 : 1/10
2) 0.3327 „ „ + 2.5 „ „ „ + „ „ 25 „	+ 0.78° . . .	+ 19.53°	1 : 1
3) 0.3327 „ „ + 5.0 „ „ „ + „ „ 25 „	+ 0.91° . . .	+ 22.8°	1 : 2
4) 0.3327 „ „ + 7.5 „ „ „ + „ „ 25 „	+ 0.98° . . .	+ 24.5°	1 : 3
5) 0.3327 „ „ + 25.0 „ „ „ — — —	+ 1.00° . . .	+ 25.0°	1 : 10

c = 1.

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Asp. zu Mol. NaOH
1) 0.500 g Säure + 1/2 ccm n/1 NaOH + H ₂ O zu 50 ccm	+ 0.07° . . .	+ 2.34°	1 : 0.13
2) 0.500 „ „ + 1.0 „ „ „ + „ „ 50 „	+ 0° . . .	+ 0°	1 : 0.26
3) 0.500 „ „ + 2.0 „ „ „ + „ „ 50 „	- 0.18° . . .	- 6.0°	1 : 0.53
4) 0.500 „ „ + 4.0 „ „ „ + „ „ 50 „	- 0.48° . . .	- 16.0°	1 : 1.06
5) 0.500 „ „ + 8.0 „ „ „ + „ „ 50 „	- 0.08° } - 0.11° }	.. - 3.2°	1 : 2.13
6) 0.500 „ „ + 12.0 „ „ „ + „ „ 50 „	- 0.13° . . .	- 4.3°	1 : 3.19
7) 0.500 „ „ + 16.0 „ „ „ + „ „ 50 „	- 0.11° } - 0.12° }	.. - 3.8°	1 : 4.25
8) 0.500 „ „ + 50.0 „ „ „ — — —	- 0.03° } - 0.05° }	.. - 1.3°	1 : 13.3
9) 0.500 „ „ + 50.0 „ 3/n „ — — —	+ 0.01° } + 0.02° }	.. + 0.5°	1 : 39.9
10) 0.500 „ „ + 50.0 „ 4/n „ — — —	+ 0.03° } + 0.02° }	.. + 0.84°	1 : 53.19

Etwa m/10 Glutaminsäure; l = 3; T = 18°. Tabelle II.

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Glutaminsäure zu Mol. HCl
1) 0.365 g Säure + H ₂ O zu 25 ccm	+ 0.51°	+ 11.5°	1:0
2) 0.365 „ „ + 0.25 ccm n/1 HCl	+ 0.57°	+ 13.01°	ca. 1:1/10
3) 0.365 „ „ + 2.50 „ „	+ 1.23°	+ 28.08°	„ 1:1
4) 0.365 „ „ + 5.00 „ „	+ 1.38°	+ 31.5°	„ 1:2
5) 0.365 „ „ + 7.50 „ „	+ 1.38°	+ 31.5°	„ 1:3
6) 0.365 „ „ + 25.00 „ „	+ 1.39°	+ 31.95°	„ 1:10

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. NaOH
1) 0.365 g Säure + 0.83 ccm n/1 NaOH	+ 0.25°	+ 5.7°	ca. 1:1/3
2) 0.365 „ „ + 1.25 „ „	+ 0.08°	+ 1.8°	„ 1:1/2
3) 0.365 „ „ + 2.50 „ „	- 0.24°	- 5.5°	„ 1:1
4) 0.365 „ „ + 5.00 „ „	+ 0.44°	+ 10.04°	„ 1:2
5) 0.365 „ „ + 7.50 „ „	+ 0.45°	+ 10.27°	„ 1:3
6) 0.365 „ „ + 25.00 „ „	+ 0.48°	+ 10.96°	„ 1:10

Bei 70° im Vak. getr. Methylasparaginsäure + HCl in 20 ccm gel.; T = 18°; l = 2.

Tabelle III.

	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. HCl
1) 0.1105 g Säure + 0.7 ccm 1,58/N HCl + H ₂ O	- 20.1°	1: 1.44
2) 0.1105 „ „ + 2.0 „ „	- 25.8°	1: 4.1
3) 0.1105 „ „ + 19.8 „ „	- 27.4°	1: 41.7

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. NaOH
1) 0.1105 g Säure + H ₂ O		- 15.4°	1:0
2) 0.1105 „ „ + 0.25 ccm n/1 NaOH		+ 2.24°	1:0.23
3) 0.1838 „ „ + 1.0 „ „		+ 7.2°	1:0.8 (l=3; in 25 ccm gel.)
4) 0.1838 „ „ + 1.25 „ „		+ 8.2°	1:1 („=3; „ 25 „ „)
5) 0.1105 „ „ + 1.0 „ „		0.0°	1:1.33
6) 0.1105 „ „ + 2.0 „ „		- 24.7°	1:2.67
7) 0.1105 „ „ + 5.0 „ „		- 29.8°	1:6.67

m/20 Phenylasparaginsäure + 1.9% Wasser; l = 3; T = 18°. Tabelle IV.

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. HCl
1) 0.2662 g Säure + H ₂ O zu 25 ccm	+ 0.90°	+ 28.7°	28.5° 1:0
	+ 0.89°	+ 28.3°	
2) 0.2662 „ „ + 1.25 ccm HCl n/1	+ 1.48°	+ 47.2°	47.0° 1:1
	+ 1.47°	+ 46.8°	
3) 0.2662 „ „ + 2.5 „ „	+ 1.86°	+ 59.3°	59.2° 1:2
	+ 1.85°	+ 59.0°	
4) 0.2662 „ „ + 12.5 „ „	+ 2.22°	+ 70.8°	70.9° 1:10
	+ 2.23°	+ 71.0°	

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. NaOH
1) 0.2662 „ „ + 1.25 ccm NaOH n/1	+ 0.58°	+ 18.5°	18.3° 1:1
	+ 0.57°	+ 18.1°	
2) 0.2662 „ „ + 2.50 „ „	+ 0.27°	+ 8.6°	8.2° 1:2
	+ 0.25°	+ 7.9°	
3) 0.2662 „ „ + 3.75 „ „	+ 0.26°	+ 8.2°	8.2° 1:3
	+ 0.26°	+ 8.2°	
4) 0.2662 „ „ + 12.5 „ „	+ 0.30°	+ 9.6°	9.3° 1:10
	+ 0.28°	+ 8.9°	

m/20 Phenylasparaginsäure + 1.5% Wasser; l = 3.

1) 0.2652 g Säure + H ₂ O zu 25 ccm	+ 0.95 ⁰	+ 30.3 ⁰	} 30.4 ⁰	1:0
	+ 0.96 ⁰	+ 30.6 ⁰		
2) 0.2652 „ „ + 1.25 ccm NaOH n/1	+ 0.60 ⁰	+ 19.1 ⁰	} 19.0 ⁰	1:1
	+ 0.59 ⁰	+ 18.8 ⁰		
3) 0.2652 „ „ + 1.88 „ „ „	+ 0.42 ⁰	+ 13.3 ⁰	} 13.2 ⁰	1:1 1/2
	+ 0.41 ⁰	+ 13.0 ⁰		
4) 0.2652 „ „ + 3.13 „ „ „	+ 0.28 ⁰	+ 8.9 ⁰	} 9.2 ⁰	1:2 1/2
	+ 0.30 ⁰	+ 9.5 ⁰		
5) 0.2652 „ „ + 3.75 „ „ „	+ 0.31 ⁰	+ 9.8 ⁰	} 10.0 ⁰	1:3
	+ 0.32 ⁰	+ 10.2 ⁰		
6) 0.2652 „ „ + 5.00 „ „ „	+ 0.31 ⁰	+ 9.8 ⁰	} 10.15 ⁰	1:4
	+ 0.33 ⁰	+ 10.5 ⁰		
7) 0.2652 „ „ + 25.0 „ „ „ 3/n	+ 0.33 ⁰	+ 10.5 ⁰	1:60	

m/20 o-Tolyasparaginsäure; l = 3; T = 18⁰. Tabelle V.

	α_i	$[\alpha]_i$	Mol. Subst. zu Mol. HCl
1) 0.2789 g Säure + H ₂ O zu 25 ccm	+ 0.65 ⁰	+ 19.4 ⁰	1:0
2) 0.2789 „ „ + 1.25 ccm n/1 HCl	+ 0.93 ⁰	+ 27.7 ⁰	1:1
3) 0.2789 „ „ + 2.50 „ „ „	+ 1.12 ⁰	+ 33.4 ⁰	1:2
4) 0.2789 „ „ + 3.75 „ „ „	+ 1.22 ⁰	+ 36.4 ⁰	1:3
5) 0.2789 „ „ + 12.5 „ „ „	+ 1.52 ⁰	+ 45.2 ⁰	1:10
6) 0.2789 „ „ + 6.25 „ „ 21% HCl	+ 1.60 ⁰	+ 47.8 ⁰	1:30

l = 1.

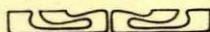
			Mol. Subst. zu Mol. NaOH
1) 0.2789 g Säure + 1.25 ccm n/1 NaOH	0.20 ⁰	+ 17.8 ⁰	1:1
2) 0.2789 „ „ + 2.50 „ „ „	0.135 ⁰	+ 12.0 ⁰	1:2
3) 0.2789 „ „ + 3.75 „ „ „	0.105 ⁰	+ 9.45 ⁰	1:3
4) 0.2789 „ „ + 7.5 „ „ „	0.095 ⁰	+ 8.5 ⁰	1:6
5) 0.2789 „ „ + 12.5 „ „ „	0.11 ⁰	+ 9.8 ⁰	1:10
6) 0.2789 „ „ + 12.5 3/n NaOH	0.115 ⁰	+ 10.3 ⁰	1:30

m/20 l-Tyrosin; l = 3; T = 18⁰. Tabelle VI.

	α_D	$[\alpha]_D$	Mol. Subst. zu Mol. HCl	
1) 0.2265 g Säure + 2.5 ccm HCl n/1 + H ₂ O zu 25 ccm	-0.39 ⁰	14.3 ⁰	} 14.5 ⁰	1:2
	-0.40 ⁰	14.7 ⁰		
2) 0.2265 „ „ + 3.75 „ „ „ + „ „ 25 „	-0.37 ⁰	13.4 ⁰	} 13.6 ⁰	1:3
	-0.38 ⁰	13.9 ⁰		
3) 0.2265 „ „ + 12.5 „ „ „ + „ „ 25 „	-0.35 ⁰	12.9 ⁰	} 12.5 ⁰	1:10
	-0.33 ⁰	12.1 ⁰		
4) 0.2265 „ „ + 25 ccm 21% HCl	-0.21 ⁰	7.7 ⁰	} 7.9 ⁰	1:120
	-0.22 ⁰	8.1 ⁰		

			Mol. Subst. zu Mol. NaOH	
1) 0.2265 „ „ + 1.25 ccm n/1 NaOH	-0.44 ⁰	-16.1 ⁰	1:1	
2) 0.2265 „ „ + 2.5 „ „ „	-0.40 ⁰	-14.7 ⁰	} 14.5 ⁰	1:2
	-0.39 ⁰	-14.3 ⁰		
3) 0.2265 „ „ + 5.0 „ „ „	-0.37 ⁰	-13.4 ⁰	1:4	
4) 0.2265 „ „ + 25.0 „ „ 3/n	-0.36 ⁰	-13.2 ⁰	1:60	

Riga, d. 14. April 1912.



Eine genetische Entwicklung der Lösungstheorien.

Von A. von Antropoff.

Verfolgt man heute die Geschichte der Lösungstheorien, so gewahrt man ein wenig befriedigendes Bild. Zur Erklärung der Bildung und Existenz von Lösungen holt jedes Zeitalter neue Momente heran; über die alten Erklärungen wird gespottet, und dabei ist man doch nie sicher, dass nicht die alten verspotteten Theorien, in etwas verändertem Gewande, wieder modern werden könnten.

Dasselbe muss man von einem wesentlichen Erscheinungsgebiet in den Lösungen sagen: vom osmotischen Druck. Die letzterem gewidmete Literatur gewährt heute, 25 Jahre nach der grossen Schöpfung von van't Hoff, ein Bild des Chaos. Die Bedeutung der van't Hoff'schen Arbeiten wird angefochten, und selbst eine auf dem Boden derselben stehende transozeanische Autorität auf dem Gebiet der Lösungen äusserte resigniert: Wir wüssten wohl, dass der osmotische Druck den Gasgesetzen gehorcht, warum aber das so sei, davon hätten wir keine Ahnung.

Warum steht es mit dem so alten Problem der Lösungen heute noch so verzweifelt, während doch in viel jüngeren Problemen die ursächlichen Zusammenhänge in viel weiterem Masse aufgedeckt worden sind? Sind vielleicht alle bisher geschaffenen Lösungstheorien falsch?

Eine mögliche Antwort wird einem durch die Geschichte der Naturwissenschaften nahegelegt: Wenn nämlich der Streit verschiedener Anschauungen betreffs einer Frage unmässig lange ohne befriedigende Entscheidung blieb, so lag es oft daran, dass die Fragestellung eine falsche war und in der Form gar nicht beantwortet werden konnte, oder wenigstens nicht das Wesen der Sache traf. Es sei nur an den Streit zwischen der Neumannschen und der Fresnelschen Theorie der Polarisation erinnert. Dem Verfasser erscheint es nun möglich, dass auch betreffs der Theorien der Lösungen eine nicht geeignete Fragestellung die Lösung des Problems wenigstens erschwert hat. Im folgenden sollen dabei zuerst die Fragestellungen gegenüber den erörterten Erscheinungen untersucht und aus dem Resultat die Konsequenzen gezogen werden. Eine kleine Verschiebung des gewöhnlichen Standpunktes wird ersichtlich werden, und der Verfasser hofft, dass sie einer Klärung in den schwebenden Fragen förderlich sein wird.

Als Ausgangspunkt dient dem Verfasser der Satz: Eine Frage kann nur dann eine befriedigende und von verschiedenen Personen gleiche Antwort erhalten, wenn ein bestimmter und ersichtlicher Grund zur Fragestellung vorliegt. Denken wir uns, 100 Gelehrte wären durch eine höhere Macht gezwungen, auf eine Frage: Warum geschieht dieses so? eine positive Antwort zu geben, ohne dass eine Ursache ersichtlich ist, warum das Geschehnis anders verlaufen sollte. Um der höheren Macht zu gehorchen, müsste jetzt jeder Gelehrte eine Hypothese erfinden, nach welcher das Geschehnis anders verlaufen sollte, und eine zweite Hypothese, welche erklärt, warum es doch der Wirklichkeit entsprechend verläuft. Somit wäre die Schöpfung von 200 eventuell verschiedenen, sich bekämpfenden Hypothesen heraufbeschworen. Eine Einigkeit unter den 100 Gelehrten und eine Entscheidung der Frage würde noch erschwert werden, wenn jeder der Gelehrten seine erste Hypothese gar nicht nennt, sondern dieselbe zur stillschweigenden Voraussetzung macht. Solch eine Situation scheint dem Verfasser aber in bezug auf die Lösungen vorzuliegen. Die Geschichte der Lösungstheorien¹⁾ zeigt uns, wie jede Epoche menschlichen Denkens sich über das Wesen der Lösungen neue Anschauungen gebildet hat. Ein bunter Wechsel von Lösungstheorien zieht an uns vorüber: die alte Lückentheorie, die Ähnlichkeitstheorie, mechanische, physikalische und chemische Lösungstheorien und in neuerer Zeit die osmotische Theorie, die Solvat-, resp. Hydrattheorie und noch andere.

Auf welche Frage oder Fragen sollen die Theorien der Lösungen Antwort geben? Bevor das festgestellt ist, resp. ob zwei Theorien sich die Beantwortung gleicher oder verschiedener Fragen zur Aufgabe gemacht haben, und inwieweit die Fragen überhaupt eine Berechtigung haben, lässt sich eine Theorie weder bewerten, noch mit einer anderen vergleichen. Liegt den vielen Theorien eine gemeinsame Hauptfrage zugrunde? Dem Verfasser scheint das wohl der Fall zu sein und er würde dieser Frage folgende Form geben: Warum löst sich ein Stoff in einem anderen auf? Erwiese es sich aber, dass diese Frage gar keine Berechtigung hat, so müsste sich dadurch, gemäss unseren anfänglichen Betrachtungen, eine grosse Verwirrung in der Entwicklung der Lösungstheorien ergeben haben. Wir müssen deshalb vor allem die Fragestellung gegenüber der Erscheinung der Lösung prüfen und wollen dazu in Gedanken ein einfaches Experiment anstellen.

Wir denken uns einen festen Körper, der, wie jeder Stoff, einen gewissen Dampfdruck aufweist, so dass der Raum um den festen Körper mit seinem Dampf von bestimmter Konzentration erfüllt ist. Darauf bringen wir den Körper in solch ein flüssiges Lösungsmittel, dass bei Sättigung die Konzen-

1) Vgl. „Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge“ von P. Walden. Stuttgart, Enke. 1910.

tration des gelösten Stoffes genau dieselbe ist, wie sie im Raum als Dampf vorhanden war. In bezug auf unseren Körper und seinen Dampf ist dann alles beim alten geblieben. Das bezieht sich nicht nur auf die Verteilung im Raum, sondern auch auf den Druck unseres Stoffes, der nach der van't Hoff'schen Theorie auch derselbe geblieben ist, wie er ihn vordem als Dampf ausgeübt hat. Nehmen wir an, wir fänden auch gar keine Ursache für eine Notwendigkeit, dass die in die Dampfphase hinzugetretenen Flüssigkeitsmolekeln eine Änderung in unserem System — fester Körper — Dampf hervorbringen müssten. Die Frage, warum alles unverändert bleibt, hat dann natürlich gar keinen Sinn. Wir haben also eine effektive Lösung vor uns, aus der wir ersehen, dass ihre Existenz an sich überhaupt keine Erklärung erfordert oder sogar ermöglicht, solange wir keine bestimmten Ursachen ins Auge fassen, welche eine Änderung des Zustandes des festen Körpers mit seinem Dampf notwendig machen würde. Lösungen von solcher Konzentration können wir aber wahrscheinlich von allen Körpern herstellen, und so wird es ersichtlich, dass die Frage nach der Existenzmöglichkeit von Lösungen, welche vorhin als die Grundfrage für eine Theorie der Lösungen erschien, in dieser allgemeinen Form, d. h. solange keine speziellen Gründe angeführt werden, weshalb der Dampf aus der Umgebung des festen Körpers durch die Gegenwart anderer Molekeln verschwinden müsste, gar keinen Sinn hat. An dieser Sachlage wird auch nichts geändert, wenn wir eine gegebene Lösung beliebiger Konzentration ins Auge fassen. Nach Ansicht des Verfassers hat der Wunsch, durch Lösungstheorien auf die obige, für sich nicht zu beantwortete Frage zu antworten, den Hader unter den verschiedenen Lösungstheorien herbeigeführt. Jede Theorie, die allgemein zur Erklärung der Existenz einer Lösung dienen soll, birgt in sich eine meist stillschweigend gemachte Hypothese, warum der Dampf eines festen Körpers innerhalb einer Flüssigkeit nicht bestehen könnte, und dann eine zweite Hypothese, warum dieser Dampf trotzdem existiert. Dieses Vorgehen ist durchaus berechtigt, aber es ist dann ebenso erforderlich, dass jedesmal die erste Hypothese genannt und begründet wird. Erst dann liegt ein exakt zu beantwortendes Problem vor.

Tatsächlich ist eine solche Hypothese erster Art nicht schwer zu finden. Es ist dies der Satz von der Undurchdringlichkeit des Stoffes. Er führt zur berechtigten Frage: Wie kann der Dampf im selben Raum wie die Flüssigkeit vorhanden sein? Die naheliegende Antwort wird durch eine zweite Hypothese gegeben: Wir nehmen den Stoff als diskontinuierlich verteilt an und lassen den gelösten Stoff in Lücken des Lösungsmittels vorhanden sein. Wir kommen so zu der ehrwürdigen Lückentheorie der Lösungen, welche durchaus nicht abgetan ist, sondern stets als Grundstock aller weiteren Lösungstheorien dienen muss.

Die jetzt am nächsten liegende Frage ist folgende: Waren die Lücken

im Lösungsmittel schon vorhanden oder bilden sie sich erst durch den Dampf des sich lösenden Körpers. Die Annahme, dass die Lücken schon vorhanden waren, ist die einfachere, und sie macht die eigentliche alte Lückentheorie aus. Sie ist aber sicher nicht immer genügend, und dann braucht die Lückentheorie zu ihrem weiteren Ausbau die Annahme von besonderen Kräften, welche die Lücken der Lösenden vergrössern. Wir kommen so zu physikalischen Lösungstheorien, welche die Lückentheorie nicht verdrängen, sondern weiter ausbauen müssen.

Das allgemeine Problem der Existenz von Lösungen oder von ihrem Wesen ist damit im Prinzip erledigt. Alles weitere betrifft nur spezielle, mehr oder weniger sekundäre Probleme, die trotzdem natürlich die bedeutungsvollsten und interessantesten sein können.

Zu diesen Problemen gehört vor allem dasjenige der Löslichkeit, welches das Gleichgewicht zwischen festem Körper und seinem Dampf im Lösungsmittel betrifft. Die rein qualitative Seite des Problems, warum überhaupt die Lösung neben dem ungelösten Stoff existiert, ist bereits erledigt, in dem Sinne, dass der Lösungsvorgang an sich überhaupt keine andere Erklärung braucht, als die Verdampfung. Ein ganz anderes Problem ist die quantitative Seite, welche als Löslichkeitstheorie von den Lösungstheorien getrennt werden kann. Wie lautet hier die Fragestellung? Nehmen wir zunächst den einfachsten Fall an, dass der gelöste Stoff in der gesättigten Lösung dieselbe Konzentration hat, die er als Dampf hätte. Berechtigte Fragen treten erst auf, wenn wir entweder Gründe anführen, weshalb wir eigentlich eine andere Sättigungskonzentration annehmen müssten, oder wenn die Sättigungskonzentration in der Lösung eine andere ist, als im Dampf. Letzteres wird im allgemeinen wohl der Fall sein. Die sich ergebende Frage lautet dann also nicht etwa: Warum löst sich der Körper überhaupt bis zu einer gewissen Konzentration auf? — sondern: Warum wird die Gleichgewichtskonzentration des Dampfes durch das Hineintreten der Flüssigkeit in den Raum geändert? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir von den einfachsten Verhältnissen ausgehen und zunächst annehmen, dass irgendwelche Kräfte zwischen den Stoffen nicht vorhanden sind oder nicht zur Wirkung kommen. Wir haben es dann einzig und allein mit der wieder den Grund legenden Lückentheorie zu tun. Nehmen wir an, es sei jetzt ausschliesslich auf Grund dieser Theorie ein Gleichgewicht eingetreten und es träten darauf noch zwischen den Teilchen wirksame Kräfte auf. Zu der Lückentheorie tritt dann eine physikalische Theorie der Löslichkeit hinzu. Das zuerst angenommene Gleichgewicht wird dadurch verschoben, dass neue Teilchen des festen Körpers in die Lösung treten oder umgekehrt. Je weniger sich die vom festen Körper und vom Lösungsmittel, resp. der Lösung ausgehenden Kräfte unterscheiden, um so geringer wird der Unterschied zwischen der Gleichgewichtskonzentration des gelösten Stoffes in der

Lösung und als reiner, fester Körper sein müssen. Wir stossen so auf das nach Walden allgemeinste Prinzip des Lösungsproblems, dasjenige der Ähnlichkeit. Die Löslichkeit muss unter anderem besonders gross sein, wenn der feste Körper eine chemische Verbindung des Lösungsmittels mit einem anderen Stoff ist. Je mehr er vom Lösungsmittel enthält, desto grösser wird die Ähnlichkeit und damit auch die Löslichkeit sein. Wir wurden so zur ersten Ursache geführt, weswegen die Löslichkeit von Stoffen, die sich mit dem Lösungsmittel chemisch verbinden können, besonders gross ist.

Wir wollen nun noch den anderen Fall betrachten, in welchem der feste Körper das Lösungsmittel nicht enthält, aber chemische Verbindungen zwischen Lösendem und Gelöstem, sogenannte Solvate, resp. Hydrate, sich in der Lösung bilden. Wir können uns diese chemische Vereinigung zeitlich nach der Sättigung gemäss der Lückentheorie und dem Einfluss physikalischer Kräfte erfolgend denken. Es muss sich dann in der flüssigen Phase ein chemisches Gleichgewicht zwischen dem gelösten reinen Stoff und den Solvaten ausbilden. Die Bildung der Solvate setzt daher das Vorhandensein des reinen Stoffes voraus und auch ihre Konzentration wird von der Konzentration desselben abhängen. Von Anhängern der chemischen Lösungstheorie wird die chemische Vereinigung mit dem Lösungsmittel als Ursache der Löslichkeit angesehen und das Wesen der Lösungen als chemische Verbindung betrachtet. Wir haben jedoch gezeigt, dass die Solvatbildung den Lösungsvorgang selbst nie erklären kann; sie ist ein sekundärer Vorgang, der nur eine Erhöhung der Löslichkeit des reinen Stoffes vortäuschen kann.

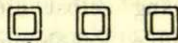
Tatsächlich wird aber durch die Solvatbildung nicht nur eine scheinbar grössere Löslichkeit auftreten müssen, sondern auch die wirkliche Löslichkeit muss erhöht werden. Denn je mehr vom Gelöstem vom Lösenden chemisch gebunden wird, desto ähnlicher wird das Lösungsmittel dem zu lösenden Stoff werden. Die Solvatbildung wird also, obwohl sie die Löslichkeit selbst nicht erklären kann, doch einen enormen Einfluss auf dieselbe haben müssen, indem sie nicht nur die scheinbare, sondern auch die wirkliche Löslichkeit erhöht und indem sich diese Wirkungen gegenseitig steigern müssen.

Im Unterschied zu einer Darstellung der historischen Entwicklung der Lösungstheorien bildet die vorliegende Untersuchung einen kurzen Versuch zu einer genetischen Entwicklung von Lösungstheorien, die notwendig nebeneinander bestehen müssen. Es zeigt sich, dass diese im wesentlichen dieselben sind, welche historisch aufeinander gefolgt sind. Während aber die historische Betrachtung leicht zur Ansicht führen kann, dass die eine Theorie die andere verdrängt hat oder schliesslich verdrängen muss, kommt die genetische Betrachtung zum Resultat, dass von einer Rivalität keine Rede

sein kann, sondern dass die Haupttheorien der verschiedenen Epochen ihre Geltung nebeneinander behalten müssen, und dass sie sich aufeinander aufbauen müssen, um ein vollständiges Bild von den Lösungen zu geben. Auch wird ersichtlich, welche Aufgaben jeder Theorie zufallen und um welche Fragen sie sich nicht zu kümmern hat.

Ein spezielles Problem der Lösungen — der osmotische Druck — verdient eine analoge Betrachtung. Denn auch betreffs der eingangs erwähnten Frage, warum der osmotische Druck den Gasgesetzen gehorcht, kann gesagt werden, dass sie keinen Sinn hat, solange keine speziellen Gründe angegeben werden, warum ein Stoff in gleich verdünntem Zustande einen ungleichartigen Druck ausüben sollte, je nachdem ob er sich allein im Raum befindet oder gleichzeitig mit einem anderen Stoff. Ob es derartige stichhaltige Gründe gibt, muss an anderer Stelle erörtert werden.

Als Anregung zu dieser Untersuchung haben mir hauptsächlich gedient: die eingangs und oben angeführte Frage betreffs des osmotischen Druckes, eine Diskussion im Technischen Verein zu Riga nach einem Vortrag von Dr. M. Centnerszwer, der den osmotischen Druck behandelte, und vor allem die Schrift: „Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge“ von P. Walden.



Eine neue tetrimetrische Bestimmung der Nitrite und eine neue Trennung der salpetrigen und der Salpetersäure.

Von *W. M. Fischer und N. Steinbach.*

Die analytische Chemie besitzt bisher keine einfache, bequeme und exakte Methode, welche gestatten würde, die Salpetersäure auf direktem Wege neben salpetriger Säure quantitativ zu bestimmen. Alle hier in Betracht kommenden Verfahren beruhen auf der Zerstörung der salpetrigen Säure, sei es durch Harnstoff¹⁾, Hydroxylamin²⁾, Ammonsalze, Hydrazin³⁾, auch durch Ferrocyanium und Essigsäure⁴⁾ und a. m. Vgl. auch die schöne Zusammenstellung der diesbezüglichen Methoden von Grünhut⁵⁾.

Allen diesen Methoden haftet jedoch der Mangel an, dass für die Zerstörung der salpetrigen Säure stets stickstoffhaltige Substanzen verwendet werden, was die nachherige Bestimmung der Salpetersäure nach einer der vielen Reduktionsmethoden ausschliesst. Auch ist hierbei eine teilweise Oxydation der salpetrigen Säure zu Salpetersäure nicht ausgeschlossen, was besonders für die qualitative Bestimmung der letzteren, bei Gegenwart von salpetriger Säure, von Wichtigkeit ist.

Von den neueren Methoden der Bestimmung von Salpetersäure ist noch die schöne von Busch⁶⁾ vorgeschlagene zu erwähnen. Doch auch diese erfordert eine vorherige Zerstörung der salpetrigen Säure und der verhältnismässig hohe Preis des Nitrons ist ein Mangel dieser sonst vorzüglichen Bestimmung.

Es ist uns nun gelungen, eine einfache Methode auszuarbeiten, welche gestattet, die salpetrige Säure glatt von der Salpetersäure zu trennen, ohne dass auch nur Spuren derselben hierbei oxydiert werden; sie ist ausserdem äusserst einfach und ermöglicht, durch eine alkalimetrische Titration die salpetrige Säure zu bestimmen. Aber auch in vielen anderen Fällen wird

1) Böttger, Qualitative Analyse. 2. Aufl. S. 312.

2) Sanin, Journ. d. Russ. Phys.-Chem. Ges. 41. 791 (1909).

3) Busch, Berl. Ber. 38. 861 (1905).

4) Z. f. Anal. Chem. 46. 18 (1907)

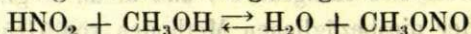
5) Z. f. Anal. Chem. 50. 454 (1911)

6) Berl. Ber. 38. 861 (1905).

diese Trennung der salpetrigen Säure von Nutzen sein, wie weiter unten an einigen Beispielen gezeigt wird.

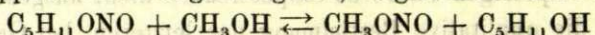
Vor drei Jahren¹⁾ konnte gezeigt werden, dass die salpetrige Säure sich äusserst leicht und rasch esterifiziert. Diese Esterbildung erfolgt fast so rasch wie eine Salzbildung, jedenfalls aber noch schneller wie diejenige der Borsäure oder der unterchlorigen Säure. Der Methylester der salpetrigen Säure siedet bei -12° , während der Sdp. des Äthylesters bei $+17,5^{\circ}$ liegt. Die Ester werden durch Alkalien langsam und durch Säuren fast momentan verseift. Wir wollen hier auf dieses eigentümliche Verhalten der salpetrigen Säure nicht näher eingehen, vor allem dahingestellt sein lassen, ob wir es hier mit einer Ionenreaktion zu tun haben oder nicht. Als einfachste Erklärung für die so rasche Esterbildung der salpetrigen Säure wollen wir nur annehmen, dass dieselbe deswegen so rasch verläuft, weil der sich bildende Ester, welcher im Wasser nur äusserst wenig löslich ist, sofort aus der Reaktionssphäre austritt und sich entweder schon bei Zimmertemperatur verflüchtigt (Methyl und Äthylnitrit) oder als zweite flüssige Phase sich ausscheidet (Amylnitrit).

Die Untersuchung des Reaktionsgleichgewichts



führte auch zu dem Resultat, dass die Reaktion im Sinne des oberen Pfeiles fast vollständig verläuft.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Ester der salpetrigen Säure den anorganischen Salzen noch insofern ähnlich sind, als sie untereinander und mit Alkoholen doppelte Umsetzungen eingehen, die gleichfalls sehr rasch verlaufen.



fl.

Gas.

Auf Grund dieser Reaktion lässt sich der Amylnitritgehalt oder Methylalkoholgehalt irgendeiner Flüssigkeit leicht auf gasometrischem Wege bestimmen. Besondere Versuche haben gezeigt, dass die Esterifizierung der salpetrigen Säure so geleitet werden kann, dass nicht einmal Spuren zu Salpetersäure oxydiert werden, was die qualitative Bestimmung der Salpetersäure besonders erleichtert. Da eine neue analytische Methode nur dann Wert besitzt, wenn die erhaltenen Resultate unter allen Umständen zuverlässig sind und Vorteile bezüglich der Einfachheit der Ausführung bieten, haben wir unser Verfahren nach sehr vielen Richtungen hin geprüft, worüber wir nunmehr berichten wollen, des kleinen zur Verfügung stehenden Raumes wegen uns jedoch auf das Wichtigste beschränken müssen.

Wird zu einer mit Schwefelsäure angesäuerten wässrigen Methylalkohollösung tropfenweise die Lösung eines Nitrites oder Nitrit-Nitratgemisches zugegeben und gleichzeitig ein ziemlich rascher Luft- oder Kohlen-

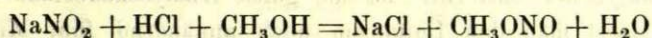
¹⁾ Fischer, Z. f. Phys. Chem. 65. 61—69 (1908).

säurestrom durch die Lösung geleitet, so wird der sich fast momentan bildende Salpetrigsäuremethylester quantitativ durch den Luftstrom entfernt, und auf diese Weise gelingt es, die salpetrige Säure glatt von allen unter diesen Umständen nicht flüchtigen Säuren zu trennen.

Zwecks Feststellung der vollkommenen Brauchbarkeit unserer Methode zum Nachweis der Salpetersäure, bei Gegenwart von salpetriger Säure, durch Esterifizierung mit Methylalkohol benutzten wir eine frisch bereitete Lösung von Silbernitrit, welches gleichfalls frisch hergestellt war. Nach dem Entfernen der salpetrigen Säure konnte in keinem Falle eine Reaktion auf Salpetersäure erhalten werden, weder mit dem Nitratreagens nach Tillmanns und Sutthoff¹⁾, noch mit Bruzin, welche wohl als die empfindlichsten gelten können, wodurch als nachgewiesen gelten kann, dass keine Salpetersäure durch Oxydation entsteht. Dagegen konnte in allen sonstigen sog. chemisch reinen Nitritpräparaten, wie NaNO_2 , KNO_2 , Spuren von Salpetersäure, also von Nitraten, nachgewiesen werden, was darauf hindeutet, dass diese Präparate noch Spuren von KNO_3 oder NaNO_3 enthalten.

Zugleich verglichen wir unsere Methode der Trennung der salpetrigen Säure mit denjenigen Methoden, wo die Zerstörung der salpetrigen Säure durch Harnstoff, Hydrazinsulfat, Hydroxylaminchlorhydrat und Ammonsalze bewirkt wird. Die Trennungen mittelst der beiden zuerst genannten Stoffe ergaben gleichfalls sehr gute Resultate und unter Einhaltung der von Böttger und Busch angegebenen Bedingungen wird auch hier keine salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydiert. Dagegen konnte bei den Trennungsverfahren mit Hydroxylaminchlorhydrat und mit Ammonsalzen stets die Bildung von Salpetersäure beobachtet werden. Diese Resultate sind wohl dahin zu deuten, dass die Reaktion zwischen der salpetrigen Säure und Harnstoff sowie Hydrazin wesentlich rascher verläuft, als diejenige zwischen der Säure und Hydroxylamin oder Ammonsalzen, und die freie salpetrige Säure sich hier zu Salpetersäure oxydieren kann.

Die äusserst rasche Esterifizierung der salpetrigen Säure ermöglicht es auch, die Analyse der Nitrite oder auch diejenige eines Nitrat-Nitritgemisches äusserst einfach auf alkalimetrischem Wege zu bewerkstelligen. Man braucht ja nur eine abgemessene Menge Nitritlösung langsam zu einer gleichfalls abgemessenen Lösung von titrierter Salzsäure oder Schwefelsäure + Methylalkohol zuzugeben und kurze Zeit Luft durchzuleiten, um nachher durch Titration mit Alkali die überschüssige Säure und somit auch den Nitritgehalt zu bestimmen.



Diese Analysenart besitzt insofern Vorzüge, z. B. vor derjenigen von Sanin²⁾ vorgeschlagenen, als hierbei keine Oxydation zu Salpetersäure eintritt und die Resultate richtig ausfallen.

¹⁾ Z. f. anal. Chem. 50. 473 (1911). ²⁾ Loc. cit.

Auch für die alkalimetrische Bestimmung der salpetrigen Säure bei Gegenwart von Kohlensäure lässt sich die neue Methode verwenden, denn beim Durchleiten eines kohlensäurefreien Luftstromes wird auch die Kohlensäure entfernt; die darauffolgende Titration mit Alkali ergibt die überschüssige Menge Säure und die Differenz zwischen der angewandten und gefundenen — die Kohlensäure + salpetrige Säure. Wird nun die salpetrige Säure auf irgendeinem anderen Wege, z. B. durch Titration mit KMnO_4 , bestimmt, so ist die Menge Kohlensäure leicht zu finden.

Dieses eigentümliche Verhalten der salpetrigen Säure gibt uns auch ein Mittel in die Hand, bei vielen präparativen Arbeiten dieselbe aus den Reaktionsprodukten zu entfernen, ohne dass eine Oxydation zu Salpetersäure eintritt, was bei manchen Diazotierungsprozessen und der Darstellung von Diazokörpern von Wichtigkeit ist, worauf wir in einer späteren Arbeit zurückkommen werden.

Experimentelles: Wie schon oben hervorgehoben wurde, herrscht über die Brauchbarkeit der bisherigen Methoden der Trennung von Salpeter und salpetriger Säure insofern Meinungsverschiedenheit, als ein Teil der letzteren Säure zu Salpetersäure oxydiert werden soll¹⁾. Auch ist die Zerstörung von Nitrit durch Hydrazinsulfat nie vollständig²⁾. Daraufhin haben wir unsere Methode und einige andere geprüft.

Für die Ausführung der Reaktionen benutzten wir einerseits eine frisch bereitete gesättigte Lösung von AgNO_2 und andererseits eine ebenfalls frisch bereitete Lösung von NaNO_2 puriss. Merck. Um nach der Trennung oder Zerstörung der salpetrigen Säure auf Salpetersäure zu prüfen, bedienten wir uns der Diphenylaminreaktion in der Ausführung von Tillmanns und Sutthof und der Bruzinreaktion.

Um nach unserer Methode die salpetrige Säure zu trennen, benutzten wir vorteilhaft ein Probierrohr mit dreifach durchbohrtem Kork; in dem Probierrohr befanden sich einige ccm verdünnte Schwefelsäure und 1 ccm Methylalkohol. Durch die eine Bohrung führt ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr bis zum Boden des Probierrohrs, durch die zweite ein kleines gebogenes Rohr, welches unterhalb des Korkes mündet und das mit einer Saugpumpe verbunden werden kann; in die dritte Bohrung wird eine Pipette mit der zu analysierenden Flüssigkeit hereingesteckt und dieselbe mit dem Finger verschlossen. Wird nun die Saugpumpe angelassen und die Öffnung der Pipette vorsichtig gelüftet, so fließt die Analyse tropfenweise in die methylalkoholische Schwefelsäure und durch den Luftstrom wird der sich bildende Methylester entfernt. Ist die ganze Analysesubstanz zugegeben worden, so lässt man den Luftstrom noch annähernd fünf Minuten das Probierglas passieren, neutralisiert den Rückstand mit Natronlauge und prüft nach dem Eindampfen auf Salpetersäure.

1) Busch, loc. cit

2) Stutzer u. Goy, Chem.-Ztg. 13. 988 (1911).

Versuche mit AgNO_2 .

Trennung mit Harnstoff	Trennung nach Sanin mit NH_4OCl	Trennung durch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Trennung nach Busch mit $\text{NH}_2 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$	Trennung mit CH_3OH^1	Reaktion
keine Blaufärbung	nach 10 Min. intensive Blaufärbung	nach 10 Min. intensive Blaufärbung	Kaum wahrnehmbare Blaufärbung	keine Blaufärbung	Reaktion auf HNO_3 nach Tillmanns und Sutthoff
keine Reaktion	Rotfärbung	Rotfärbung	keine Reaktion	keine Reaktion	Reaktion mit Bruzin

In gleicher Weise untersuchten wir eine Reihe Kalium und Natriumnitrite und es zeigte sich, dass selbst das reinste NaNO_2 puriss. Merck. Spuren von Nitrat enthielt.

Alkalimetrische Bestimmung der Nitrite. Als Apparatur für die alkalimetrische Bestimmung der Nitrate benutzten wir eine Pulverflasche von ca. 300 ccm Inhalt mit dreifach durchbohrtem Gummikork. Durch die eine Bohrung führte ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr bis zum Boden der Flasche, ein zweites, zum Anlegen an die Saugpumpe, mündete unter dem Kork, durch die dritte Öffnung führte ein Tropftrichter, in welchem sich die Analyse oder titrierte Salz- oder Schwefelsäure befand. In das Gefäß wurde die abgemessene Nitritlösung und 5 ccm Methylalkohol gegeben; nachdem alle Säure eingeflossen war, wurde die Luft nach 5 Minuten durchgeleitet und nunmehr mit kohlenstofffreiem Alkali und Phenolphthalein als Indikator titriert.

Um sich von der guten Brauchbarkeit dieser einfachen Bestimmungsart zu überzeugen, untersuchten wir eine Reihe von Kalium und Natriumnitriten. Als Vergleichsmethode diente einerseits die oxydimetrische Bestimmung mit KMnO_4 und die Reduktionsmethode nach Devarda zu NH_3 .

1. Analysen eines NaNO_2 , geschmolzen Merck.

Abgewogen 4,4162 g des Salzes, gelöst in 500 ccm.

ccm Lösung	ccm CH_3OH	ccm H_2SO_4	ccm NaOH zum Zurücktitr.	Titer der NaOH	Gef. % NaNO_2	Oxydimetrisch	Reduktionsverfahren
10	5	20	7,0	20 cc $\frac{1}{10}$ H_2SO_4	} 98,51	98,67	98,48
10	10	20	7,08	— 19,05 NaOH		98,67	98,48
10	5	25	11,8				

¹⁾ Mehrere Versuche, bei welchen statt Methylalkohol Äthylalkohol verwendet wurde, gaben gleichfalls gute Resultate.

Unsere Methode der quantitativen Bestimmung der salpetrigen Säure haben wir auch mit derjenigen von Sanin vorgeschlagenen verglichen. Dieselbe besteht darin, dass zu einer abgemessenen Menge Nitrit eine Lösung von Hydroxylaminchlorhydrat zugegeben wird und, nach der Zerstörung der salpetrigen Säure, der Überschuss an HCl durch Alkali titriert wird. Hier- nach ergaben sich keine einwandfreien Resultate, denn, wie schon die quali- tative Prüfung ergab, oxydiert sich ein Teil der salpetrigen Säure zu Sal- petersäure, und die Resultate fallen zu niedrig aus. Etwas bessere Werte werden erhalten, wenn man zu einer abgemessenen Menge des salzsauren Hydroxylamins eine bestimmte Anzahl ccm der Nitritlösung langsam zu- fließen lässt und nunmehr den Überschuss an HCl bestimmt.

1a. Bestimmung des NaNO_2 nach Sanin.

Dieselbe Lösung, wie bei 1.

ccm NaNO_2	ccm NH_4OCl	ccm NaOH	Titer der NaOH	Titer der NH_4OCl	Gef. % NaNO_2
10	20	15,42	10 ccm $\frac{1}{10} \text{N}$ H_2SO_4	10 ccm NH_4OCl	97,05
10	20	15,62	9,52 ccm NaOH	13,67 ccm NaOH	
10	20	15,58			

Infolge der Oxydation der salpetrigen Säure zu Salpetersäure fallen die nach Sanin erhaltenen Resultate um ca. 1,5% zu niedrig aus.

2. Nitritanalysen.

Verwendete Lösung	ccm Lösung	ccm $\frac{1}{20}$ N-Säure	ccm CH_3OH	ccm Alkali	Titer d. NaOH	Titer d. Na_2CO_3	Gef. % Nitrit	Gef. % oxydierte frisch	Gef. % Reduktions- methode
Käufliches NaNO_2 1,811 gr. in 500 ccm	20	40	10	20,38	10 ccm $\frac{1}{10}$ HCl =	—	95,48	95,34	95,7
	20	40	5	20,30	10,18 NaOH				
Mehrfach un- kristallisiertes NaNO_2 Merck. 1,9135 gr. in 500 ccm	20	40	10	¹ 18,10	¹ 10 ccm $\frac{1}{10}$ HCl =	10 ccm $\frac{1}{10}$ N	99,45	99,50	99,42
	20	40	10	² 16,40	9,10 ccm NaOH	HCl = 10,03 Na_2CO_3	99,10		
Durch KNO_3 verunreinigtes KNO_2 2,3512 gr. in 500 ccm	20	20 $\frac{1}{10}$ N.	5	9,90	10 ccm $\frac{1}{10}$ HCl =	—	80,67	80,82	80,18
	20	20	10	9,90	10,14 ccm NaOH				

Wie schon aus der guten Übereinstimmung der nach unserer Methode erhaltenen Resultate der Nitritanalysen mit denjenigen nach anderen Vor- schriften erhaltenen hervorgeht, müssen die Bestimmungen der Salpeter-

säure, nach dem vorherigen Abtrennen der salpetrigen Säure mit Methylalkohol, gleichfalls sehr gute Resultate ergeben, um so mehr als hier die Bestimmung der Salpetersäure eine direkte ist. Eine grosse Anzahl der ausgeführten Analysen belegt das Gesagte auf das beste. Bei der Trennung wurde so verfahren, dass zu einer Lösung von verdünnter Schwefelsäure und Methylalkohol, durch welche ein Luftstrom passierte, tropfenweise die Analyse ($\text{NaNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{CH}_3\text{OH}$) zugegeben wurde. Hiernach wurde der Inhalt des Behälters in einen Jenaer Kolben herübergespült, 2,5—3 gr. Devardascher Legierung zugegeben und, nachdem der Ammoniakdestillierapparat zusammengestellt war, mit KOH destilliert. In der Vorlage befand sich $\frac{1}{4}$ N HCl, nach beendeter Destillation titrierten wir den Überschuss der Säure mit NH_3 -Lösung zurück. Hier seien nur einige der Bestimmungen angeführt.

3. Trennungen der salpetrigen und Salpetersäure.

Ange- wandt NaNO_2	Ange- wandt KNO_3	Ange- wandt $\frac{1}{4}\text{n HCl}$	Zum Zu- rücktitr. ccm NH_3	Titer der NH_3 -Lösung	Berechnet ccm die- ser NH_3 - Lösung	Gef. cem $\frac{1}{4}\text{n NH}_3$
0,3452	0,5000	30,04	10,27	10 $\frac{1}{4}\text{n HCl} =$	20	19,98
0,3452	0,5000	30,07	10,31	10,22 ccm NH_3	20	19,98
0,3452	0,5000	30,07	10,34	„	20	19,95
0,3452	0,5000	30,00	10,30	10—10,14	20	19,86
0,3452	0,5000	30,90	11,23	10 cm' $\frac{1}{4}\text{n HCl} =$	20	19,88
0,3452	0,5000	30,90	11,10	10,12 ccm NH_3	20	19,99

Zur Kontrolle benutzten wir noch die Bestimmung der Salpetersäure, nach dem Abtrennen der salpetrigen mit Nitron.

Angewandt NaNO_2	Angewandt als KNO_3	Erhalten Nitronnitrat	Gefunden HNO_3
0,3562	0,09346	0,5794	0,09334
0,3562	0,09346	0,5724	0,09300

Auch diese Analysen bestätigen die volle Brauchbarkeit dieser einfachen Trennungsmethode.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

1. Auf Grund der leichten Esterifizierbarkeit der salpetrigen Säure wurde eine neue Trennung derselben von der Salpetersäure ausgearbeitet.
2. Bei der Trennung bildet sich keine Salpetersäure.
3. Die gebräuchlichsten Trennungsv erfahren der salpetrigen Säure wurden auf die sekundäre Bildung der Salpetersäure geprüft.
4. Eine alkalimetrische Bestimmung der Nitrite ist ausgearbeitet worden.



Über die Empfindlichkeit der Bleireaktionen.

Von *Edw. Eegriwe.*

Wie bereits C. Pfaff¹⁾ hinweist, ist für die Empfindlichkeit einer Reaktion nicht nur die Reinheit und Menge der Reagenzien, sondern auch die Zeitdauer und die Temperatur bei Ausführung der Reaktion von Bedeutung. Auf diese Faktoren ist bei der Bestimmung von Empfindlichkeitsgrenzen verschiedener Reaktionen bisher wenig Rücksicht genommen worden. Berücksichtigt man noch den Umstand, dass solche Bestimmungen von den verschiedenen Autoren unter ungleichen anderen Bedingungen ausgeführt wurden (z. B. Benutzung verschiedener ungleicher Reaktionsgefäße, Beobachtung verschieden dicker Flüssigkeitsschichten bei Farbenreaktionen usw.), so ist es erklärlich, dass die für die Empfindlichkeitsgrenze gefundenen Werte voneinander weit abweichen. Eine teilweise vollständige Zusammenstellung solcher von verschiedenen Forschern gefundenen Werte für Bleireaktionen finden wir bei B. Neumann²⁾, darin die vom Verfasser selbst ermittelten Werte ohne genauere Angabe der Versuchsbedingungen mitgeteilt werden.

Der Zweck vorliegender Arbeit war die Empfindlichkeitsgrenzen der Bleireaktionen unter gleichen Bedingungen der Ausführung: Zeitdauer, Temperatur, und gleichem Volumen der zu prüfenden Lösung zu ermitteln.

Ausführung der Versuche.

Die Versuche wurden mit reinstem, mehrmals umkristallisiertem Bleinitrat von Merck ausgeführt, von welchem eine genaue n/1-Lösung in destilliertem kohlenstoffsaurem Wasser hergestellt wurde. Von dieser Lösung ausgehend, wurden n/10- und n/100-Lösungen hergestellt, welche dann kurz vor Ausführung der Reaktionen zur Herstellung verdünnterer Lösungen in 100 ccm Kölbchen verwendet wurden. Als Bleireagenzien gelangten zur Untersuchung: Salzsäure, Schwefelsäure, Natriumkarbonat, Ferrozyankalium, Ammoniumoxalat, Ammoniummolybdat, Jodkalium, Kaliumchromat, Kaliumbichromat, Wasserstoffsuperoxyd, Natriumphosphat, Natriumsulfid, Hämatoxylin, Cochenilletinktur. Über die Qualität dieser Präparate ist bei den nachstehenden Versuchen das Nähere mitgeteilt. Zur Ausführung der Ver-

1) Handbuch d. anal. Chemie I, 1821, 55, 36, 45 u. 46.

2) Ch.-Ztg. 79, 763 (1896), Die Grenzen der Empfindlichkeit verschiedener Reaktionen auf Metalle.

suche dienten Reagenzgläser aus reinem weissem Glase von gleicher Dicke und gleichem Durchmesser (1.5 cm). Das Volumen der angewandten Bleisalz-lösung betrug 5 ccm, die Zeitdauer der Beobachtung 5 Minuten und die Reaktionstemperatur 18° C. Die meisten Reagenzlösungen wurden, soweit es die Löslichkeit zulies, in einfach normalen Verdünnungen hergestellt. Für jedes Reagenz wurde die Menge ermittelt, welche bei gegebener Bleisalzverdünnung den empfindlichsten Nachweis ergab. Die Versuche mit den Reagenzien Ammoniak und Natriumhydrat sind hier nicht mitgeteilt, weil genaue Werte nicht erhalten werden konnten (was unter anderem auch auf den Einfluss der Luftkohlendure zuruckzufuhren ist). Es sei hier auch noch erwahnt, dass die ermittelten Werte für die Empfindlichkeitsgrenzen wiederholt nachgeprüft wurden.

Versuche.

Diese sind in den nachstehenden Tabellen mitgeteilt. Die erste Kolumne enthalt die angewandte Verdünnung der Bleinitratlösung, in Normalität ausgedrückt. In der zweiten Kolumne sind die Reagenzmengen, in der dritten die Zeitangaben und in der vierten die vermerkten Beobachtungen enthalten. Von den vielen angestellten Versuchen sind hier nur die mit den wichtigsten Verdünnungsstufen der Bleinitratlösung von n/10 ab, bis zur Empfindlichkeitsgrenze hinunter angegeben. Letztere wurde in der Tabelle durch den unterstrichenen Versuch gekennzeichnet.

HCl, reinste n/1.

5ccm n/10 Pb(NO ₃) ₂	3ccm n/1 HCl	sofort	Ausscheid. von farblosen Kristallnadeln
n/20	3 ccm	in 1 Min.	kleine Nadeln sichtbar
n/30	1 „	in 3-4 Min.	keine Reaktion; in 5 Min. unsichere Reakt.
„	2 „	„	kleine Kristallnadeln bemerkbar; in 5 Min. deutliche Reaktion
„	3 „	in 5 Min.	Nd. etwas grösser, als bei 2 ccm Reagenz
„	4 „	„	Nd. etwa gleich gross, wie mit 3 ccm Reagenz
n/40	1 „	„	keine Reaktion; in 10 Min. unsichere Reakt.
„	2 „	„	kleine Menge von Kristallen am Boden des Glases
„	3 „	„	etwas stärkere Reakt., als mit 2 ccm Reagenz
„	4 „	„	etwas schwächere Reaktion, als wie mit 3 ccm Reagenz
<u>E.-Gr. n/42</u>	<u>2.5 „</u>	<u>„</u>	<u>noch sehr kleine Kristallnadeln bemerkbar</u>
n/44	2.5 ccm	in 5 Min.	unsichere Reaktion; in 7 - 8 Min. noch bemerkbare Reaktion
n/45	2.5 „	„	keine Reaktion; in 10 Min. sehr schwache Reaktion

Es ist hier in dieser Tabelle auch der Einfluss der Reagenzmenge gezeigt. Bei Anwendung von 0.5 ccm Reagenz liegt die Empfindlichkeitsgrenze (in 5 Min.) bei n/16 Bleinitratlösung.

H_2SO_4 , reinste n/1.

n/10	2 ccm Reagenz	sofort	starker weisser kristallinischer Niederschlag
n/100	1 ccm	„	feiner kristallinischer Niederschlag setzt sich, wenn nach Reagenzzugabe nicht geschüttelt wurde, in 3 Min. ab
n/1000	0.5 „	„	zunehmende weisse Trübung, in einigen Min. ist der Niederschlag (wenn nicht geschüttelt wurde) in der Flüssigkeit sichtbar, hat sich in 5 Min. noch nicht abgesetzt
n/2000	0.5 „	in 5 Min.	deutliche Trübung und in der Fl. fein verteilter Niederschlag bemerkbar
n/2500	0.5 „	„	beim Schütteln in der Fl. noch fein verteilter Niederschlag wahrnehmbar
n/2600	0.5 „	„	beim Schütteln noch geringer fein verteilter Niederschlag in der Fl. bemerkbar
n/2700	0.5 ccm	in 5 Min.	sehr geringer fein verteilter Niederschlag beim Schütteln in der Fl. bemerkbar
n/2800	0.5 „	in 7 Min.	noch sehr geringe ebensolche Reaktion
n/3000	0.5 „	in 10–15 Min.	noch äusserst geringe Reaktion zu bemerken

Bei Anwendung von 0.05 ccm Reagenz liegt die Empfindlichkeitsgrenze bei n/2100 Bleinitratlösung.

Na_2CO_3 (chem. rein, getrocknet pro an. Merck) n/1.

n/10	0.25 ccm	sofort	starker weisser Niederschlag
n/100	0.15 „	„	starke weisse Trübung
n/1000	0.1 „	„	weisse Trübung
n/10000	0.05 „	„	noch geringe Trübung; beim Schütteln in der Fl. weisser, seidenartig glänzender, kristallinischer Niederschlag wahrnehmbar
n/15000	0.05 „	nach 3 Min.	noch schwache Trübung und beim Schütteln fein verteilte seidenartig schimmernde Kriställchen wahrnehmbar
n/16000	0.05 „	in 5 Min.	geringer fein verteilter glänzender kristallinischer Niederschlag noch wahrnehmbar
n/18000	0.05 ccm	in 5 Min.	unsichere Reaktion
n/20000	0.05 „	„	keine Reaktion

Ein Reagenzüberschuss setzt die Empfindlichkeitsgrenze herab.

$K_4Fe(CN)_6$ 3aq. (puriss. pro an. Merck) m/4 = 10.559 g pro 100 ccm Wasser.

n/10	0.25 ccm	sofort	starker weisser Niederschlag; wird beim Stehen etwas gelblich weiss
n/100	0.05 „	„	milchige Trübung und Niederschlag
n/1000	0.05 „	„	milchige Trübung schwächer, als bei n/100 Reagenz
n/5000	0.05 „	in 2 Min.	wenn nicht geschüttelt wurde — in der oberen Flüssigkeitsschicht geringe Trübung bemerkbar
n/6000	0.05 „	in 5 Min.	auf eben diese Weise noch schwache Reaktion bemerkbar, wenn gegen schwarze Unterlage (schwarzes Papier) gesehen
n/6500	0.05 ccm	in 5 Min.	noch äusserst schwache Reaktion wahrnehmbar
n/7000	0.05 „	„	keine Reakt.; in 15 Min. noch sehr schwache Reaktion

Ein Reagenzüberschuss ist auch hier ungünstig.

$(\text{NH}_4)_2 (\text{CO}_3)_2$ aq. oxalsaures Ammonium (puriss. pro an. Merck)
 $n/3 = 2.368$ g auf 100 ccm Wasser.

n/10	1 ccm	sofort	starker weisser Niederschlag
n/100	0.5 „	„	starke weisse Trübung und Niederschlag
n/1000	0.15 „	in 2 Min.	feinkörniger weisser kristallinischer Niederschlag
n/2000	0.05 „	in 3 Min.	feiner kristallinischer Niederschlag bemerkbar
n/3000	0.05 „	in 4 Min.	feinkristallinischer Niederschlag noch wahrnehmbar
n/3200	0.05 „	in 5 Min.	beim Schütteln noch geringer fein verteilter Nieder-
			<u>schlag in der Fl. wahrnehmbar</u>
n/3300	0.05 ccm	in 5 Min.	noch äusserst geringe Reaktion wahrnehmbar
n/3500	0.05 „	„	keine Reaktion

Ein Reagenzüberschuss ist ungünstig.

Na_2HPO_4 12 aq. (puriss. krist. pro an. Merck) $n/4 = 2.985$ g
auf 100 ccm.

n/10	1 ccm	sofort	starker weisser Niederschlag
n/100	0.25 „	„	weisse Trübung und Niederschlag
n/1000	0.05 „	„	weisse Trübung
n/10000	0.05 „	in 2 Min.	wenn nach Zugabe des Reagenzes nicht geschüttelt wurde — in der oberen Flüssigkeitsschicht noch eine Trübung wahrnehmbar ist (Anwendung von schwarzem Papier!)
n/30000	0.05 „	in 5 Min.	auf eben diese Weise noch sehr geringe Trübungen
n/33000	0.05 ccm	in 5 Min.	unsichere Reaktion

Ein Reagenzüberschuss ist sehr ungünstig.

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ 4 aq. (puriss. pro an. Merck) 10.3025 g
auf 100 ccm Wasser.

n/10	0.5 ccm	sofort	starker weisser käsiger Niederschl., spät. gelblichweiss
n/100	0.05 „	„	weisse Trübung und Niederschlag
n/1000	0.05 „	„	bläuliche Opaleszenz und Trübung
n/10000	0.05 „	in $1/2$ —1 Min.	blaue Opaleszenz und, wenn nicht geschüttelt wurde — in der oberen Flüssigkeitsschicht gegen schwarzes Papier gesehen, deutliche Trübung bemerkbar
n/50000	0.05 „	in 3 Min.	ohne zu schütteln Trübung; nach dem Schütteln noch bläuliche Opaleszenz bemerkbar
n/84000	0.05 „	in 5 Min.	noch schwache bläuliche Trübung wahrnehmbar
n/90000	0.05 ccm	in 5 Min.	noch ganz geringe Trübung zu bemerken wenn nicht geschüttelt — in 10 Min. noch deutliche Reaktion wahrnehmbar

Ein Reagenzüberschuss verringert die Empfindlichkeit der Reaktion.

KJ (neutral puriss. pro an. Merck) n/1 = 16.602 g auf 100 ccm H₂O.

n/10	1 ccm	sofort	starker gelber kristallinischer Niederschlag
n/100	1 "	"	starker gelber krist. Niederschl., geringer als bei n/10
n/1000	0.5 "	"	gelbe Trübung; beim Schütteln ist in der Fl. goldgelber kristallinischer Niederschlag sichtbar
n/5000	0.05 "	in 5 Min.	schwache Reaktion
n/5000	0.15 "	"	deutliche Reaktion
	0.25 "	"	stärkere Reaktion als mit 0.15
	0.5 "	"	etwas stärkere Reaktion als mit 0.25 ccm Reagenz
n/9000	0.4 "	"	wenn gegen weisse Unterlage gesehen — noch einige geringe Kristallblättchen bemerkbar
n/10000	0.3 ccm	in 5 Min.	keine Reaktion; in 10 Min. ist das Aufblitzen einiger winziger Kristallblättchen noch bemerkbar

Der Einfluss der Reagenzmenge ist bei der Verdünnung n/5000 aus der Tabelle ersichtlich. Bei Anwendung von 0.05 ccm Reagenz wurde die Empfindlichkeitsgrenze bei n/5200 Bleinitratlösung ermittelt.

K₂CrO₄ (reinst. Kahlb., umkristall.) n/1 = 9.715 g auf 100 ccm Wasser.

n/10	1 ccm	sofort	starker gelber Niederschlag
n/100	0.25 "	"	gelber Niederschlag und Trübung
n/1000	0.05 "	"	gelbe Trübung; wenn geschüttelt — ist grünelbe Opaleszenz der Fl. bemerkbar; Trübung nimmt beim Stehen zu
n/10000	0.05 "	"	wenn nicht geschüttelt — mit Hilfe schwarzen Papiers deutliche Trübung bemerkbar; ausserdem ist nach 5 Min., falls geschüttelt wurde, schwach grünliche Opaleszenz wahrnehmbar
n/100000	0.05 "	in 5 Min.	auf diese Weise noch geringe Trübung wahrnehmbar
n/110000	0.05 "	"	noch sehr geringe Trübung zu bemerken
n/120000	0.05 ccm	in 10–15 Min.	noch sehr geringe Reaktion

Ein Reagenzüberschuss ist ungünstig.

K₂Cr₂O₇ (reinst. Kahlb., umkristall.) n/2 = 7.36 g auf 100 ccm Wasser.

n/10	1 ccm	sofort	starker gelber Niederschlag
n/100	0.1 "	"	zitronengelber Niederschlag
n/1000	0.05 "	"	starke gelbe Trübung
n/10000	0.05 "	"	grünelbe Trübung; beim Schütteln grünelbes Opalisieren der Fl. bemerkbar
n/100000	0.05 "	in 1 Min.	wenn nicht umgeschüttelt — in den Einfallstellen des Reagenzes in der Fl. gelbe Trübung bemerkbar; beim Schütteln ist nach 5 Min. noch schwach grünlichgelbes Opalisieren wahrnehmbar
n/200000	0.05 "	in 5 Min.	auf obige Weise noch geringe Trübung bemerkbar
n/220000	0.05 "	"	auf obige Weise noch sehr geringe Trübung zu bemerken
n/250000	0.05 ccm	in 10 Min.	noch schwache Reaktion

H_2O_2 (chem. rein, Merck) 30 Gew. %.

n/100	0.15 ccm Reagenz + 0.15 ccm n/1 NaOH	} sofort	Braunfärbung der Fl. und Ausscheidung eines hellbraunen bis rötlichbraunen flockigen Niederschlages	
n/1000	0.1 Reagenz + 0.1 n/1 NaOH			} "
n/5000	0.1 Reagenz + 0.1 n/1 NaOH			
n/10000	0.1 Reagenz + 0.1 n/1 NaOH	} in 5 Min.	zeigt noch äusserst geringen Niederschlag an den Wänden	
n/10000	"			} sofort
n/50000	0.05 Reagenz + 0.05 n/1 NaOH	} "	schwach gelb gefärbter Meniskus der Fl.	
n/75000	0.05 Reagenz + 0.05 n/1 NaOH			} in 5 Min.

Na_2S , 9 aq. (krist. puriss. pro an. Merck) n/1 = 14.01 g auf 100 ccm Wasser.

n/10	8 ccm	sofort	starker braunschwarz bis schwarz gef. Niederschl.
n/100	5 "	"	braunschwarzer Niederschlag
n/1000	2 "	"	dunkelbraune Färbung der Fl. und in derselben bräunlicher Niederschlag bemerkbar
n/10000	1 "	"	Braunfärbung; in 5 Minuten noch etwas dunkler
n/75000	0.5 "	"	schwache Gelbfärbung der Fl.; in 5 Minuten schwach bräunlich gefärbter Flüssigkeitsmeniskus.
n/100000	0.5 "	in 5 Min.	nur mit Vergleichslösung (Wasser + Reagenz) erkennbar; gelb gefärbter Flüssigkeitsmeniskus mit einem Stich ins Bräunliche
n/200000	0.5 "	"	mit Vergleichslösung (Wasser + Reagenz) durch schwach gelblich(-schmutzig) gefärbten Meniskus der Fl.
n/300000	0.5 "	"	mittelst Vergleichslösung Reaktion noch wahrnehm-
n/350000	0.5 ccm	in 5 Min.	bar; schwache Gelbfärbung des Meniskus keine Reaktion

Ein Reagenzüberschuss ist günstig für die Empfindlichkeit der Reaktion. Bei 0.05 ccm Reagenz liegt die Empfindlichkeitsgrenze bei n/220 000 $Pb(NO_3)_2$ Lösung.

$C_{16}H_{14}O_6$ 3 aq. Hämatoxylin krist. pro an. Merck 0.05 g pro 100 ccm H_2O .

n/100	0.25 ccm	sofort	bläulichviolette Färbung der Fl.; in 5 Min. intensiv blauviolett
n/1000	0.25 "	"	schwach bläulichviolett; in 5 Min. violett
n/10000	0.1 "	"	schwach hellviolett; in 5 Min. hellviolett gefärbter Meniskus
n/20000	0.1 "	in 5 Min.	schwach hellviolett gefärbter Meniskus
n/23000	0.1 "	"	keine Reaktion
n/24000	0.1 "	"	mit der Vergleichslösung (Wasser + Reagenz) verglichen, Farbenunterschied noch zu bemerken.

Bei längerem Stehen der gefärbten Reaktionsflüssigkeiten geht die violette Färbung in Blau über und es scheiden sich blaue bis blauschwarz gefärbte Niederschläge ab. Frische Reagenzlösung ist erforderlich.

Cochenille-Tinktur (alkohol. Lösung, nach Merck hergestellt).

n/10	0.25 ccm	sofort	tiefviolette Färbung der Fl. und violetter flockiger Niederschlag bemerkbar
n/100	0.25 „	„	violette Färbung der Fl.; in 5 Min. etwas intensiver gefärbt
n/1000	0.15 „	„	hellviolette Färbung; in 1½ Stunden violetter Niederschlag
n/10000	0.025 „	in 2 Min.	hellviolette Färbung der Fl.
n/12000	0.025 „	in 5 Min.	violettrosa gefärbte Fl.; in 7 Min. hellviolett mit Hilfe einer Vergleichslösung (Wasser + Reagenz)
n 18000	0.025 „	„	

Reaktion noch wahrnehmbar, die Rosa gefärbte Bleisalzlösung hat einen Stich ins Violette

Tabelle der Empfindlichkeitsgrenzen.

Reagenz.	Verdünnung von Bleinitratlösung in Normalität.	1 Teil Blei nachweisbar in Teilen Wasser.	Nachweisbare Menge Blei in 5 ccm Lösung in Grammen.
HCl	n/42	400	0.0123
H ₂ SO ₄	n/2600	24900	0.000199
(NH ₄) (COO) ₂	n/3200	30400	0.000161
K ₄ Fe(CN) ₆	n/6000	56800	0.0000861
KJ	n/9000	85500	0.0000574
Na ₂ CO ₃	n/16000	152000	0.00000323
Cochenille	n/18000	171000	0.00000287
Hämatoxylin	n/24000	230000	0.00000215
Na ₂ HPO ₄	n/30000	284000	0.00000172
H ₂ O ₂	n/75000	714000	0.00000069
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	n/84000	800000	0.00000061
K ₂ CrO ₄	n/110000	1050000	0.00000047
K ₂ Cr ₂ O ₇	n/220000	2100000	0.00000023
Na ₂ S	n/300000	2840000	0.00000017

Zusammenfassung.

1. Bei den Reagenzien HCl, H₂SO₄, KJ und Na₂S ist ein gewisser Reagenzüberschuss für die Empfindlichkeit der Reaktion günstig, was aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist:

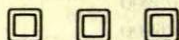
Reagenz.	Reagenzmenge.	Empfindlichkeitsgrenze = 1 Teil Pb nachweisbar.	
HCl	0.5 ccm n/1	in 152	Teilen Wasser
HCl	2.5 „ n/1	„ 400	„ „
KJ	0.05 „ n/1	„ 49800	„ „
KJ	0.4 „ n/1	„ 85500	„ „
H ₂ SO ₄	0.05 „ n/1	„ 20000	„ „
H ₂ SO ₄	0.5 „ n 1	„ 24900	„ „
Na ₂ S	0.05 „ n/1	„ 2100000	„ „
Na ₂ S	0.5 „ n/1	„ 2840000	„ „

Es ist hieraus für die Reaktionen mit HCl und KJ deutlich zu ersehen, wieweit die Dissoziation der entstehenden Bleisalze $PbCl_2$ und PbJ_2 infolge Einführung grösserer Mengen derselben Anionen sich zurückdrängen lässt und wieweit dieser Umstand für die Bestimmung von Empfindlichkeitsgrenzen von Reaktionen ausgenutzt werden kann.

2. Für die übrigen Reaktionen (ausgenommen H_2O_2 und Hämatoxylin) beträgt die günstigste Reagenzmenge (wenn, wie hier, von einfach normalen Reagenzlösungen ausgegangen wird) für Bleinitratverdünnungen von $n/100$ bis $n/1000$ ab 0.05 ccm. Eine grössere Reagenzmenge ist ungünstig, was hier wohl auf die lösende Wirkung zurückzuführen sein dürfte.

3. Nächst den Sulfidionen geben die Bichromationen den empfindlichsten Nachweis auf Bleiionen. Das Kaliumbichromat übertrifft an Empfindlichkeit das Kaliumchromat um das Doppelte. Nächst diesen Reagenzien sind Ammoniummolybdat und Wasserstoffsperoxyd die empfindlichsten.

Zum Schluss erlaube ich mir, hier an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Lutz für die freundlichst zur Verfügung gestellten Präparate meinen verbindlichsten Dank auszusprechen



Zusammenfassung

I. Bei den Reaktionen HCl, H₂SO₄, KJ und K₂S ist in gewisser Reagenzmengen für die Empfindlichkeit der Reaktion günstig, was aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist:

Reagenz	Reagenzmenge	Empfindlichkeitsgrenze
HCl	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
HCl	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
KJ	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
KJ	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
H ₂ SO ₄	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
H ₂ SO ₄	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
K ₂ S	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
K ₂ S	0.5 ccm n/100	0.05 ccm

Reagenz	Reagenzmenge	Empfindlichkeitsgrenze
HCl	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
HCl	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
KJ	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
KJ	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
H ₂ SO ₄	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
H ₂ SO ₄	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
K ₂ S	0.5 ccm n/100	0.05 ccm
K ₂ S	0.5 ccm n/100	0.05 ccm

Theorie und Praxis.

Eine Studie zum Thema: Die Aufgaben der angewandten Wissenschaften.

Von Ingen.-Chem. C. Blacher,

Professor der chemischen Technologie.

Die pädagogischen und wissenschaftlichen Aufgaben der exakten Disziplinen, der Chemie mit eingeschlossen, sind derart bestimmt und fest umrissen, dass man die Situation der Vertreter dieser Disziplinen fast beneidenswert nennen könnte, wenn man zu gleicher Zeit sieht, wie die angewandten Wissenschaften — ich habe dabei speziell die chemischen Technologien im Auge — sich noch nicht so recht einen eindeutig umschriebenen Wirkungskreis haben schaffen können. Ich brauche wohl nur darauf hinzuweisen, wie verschieden der Charakter der Beschäftigungen in den betreffenden Hochschullaboratorien ist und wie verschiedenartig die wissenschaftlich-literarische und praktische Tätigkeit der Vertreter dieser Disziplinen sich abspielt. Mich hat die Aufgabe der angewandten Disziplinen und der ihnen durchaus nicht gleichgültige Gegensatz zwischen Theorie und Praxis, der besonders gerne von den Vertretern der letzteren Richtung betont wird, stets beschäftigt. Meine Antrittsvorlesung (1897) lautete: „Die Wissenschaft in der Fabrikpraxis und die technische Praxis in den Hochschulen“. Einer nicht veröffentlichten Arbeit über die Bedeutung der chemisch-technischen Hochschullaboratorien¹⁾ setzte ich als Motto einen Ausspruch Mendelejeffs voraus: „Auf den Fabriken werden zu Zwecken allgemeiner Natur dieselben Eigenschaften derselben Stoffe nutzbar gemacht, welche man in den wissenschaftlichen Laboratorien studiert“ oder im Originaltext: „На фабрикахъ и заводахъ въ широкихъ размѣрахъ ради общихъ потребностей пользуются тою-же природою тѣхъ-же вещей, какія изучаются въ научныхъ лабораторияхъ“²⁾. Die klare Grundidee des Mendelejeffschen Ausspruches,

1) Dieselbe sollte eventuell in einem vom Ministerium der Volksaufklärung herausgegebenen Journal zum Abdruck gelangen, da sie Eindrücke darstellte, die ich während meiner Abdelegierung zu Studienzwecken auf 2 Jahre ins In- und Ausland empfangen hatte. Die dargelegten Anschauungen entsprachen jedoch nicht den damals massgebenden — ich hatte mich strikt gegen die Einrichtung von Fabriken in kleinem Masstabe an Hochschulen ausgesprochen (eine jetzt allgemein anerkannte Ansicht) und dieselben an die Spezialfachschulen verwiesen — und die Sache schief offenbar ein.

2) Основы фабрично-заводской промышленности. 1897.

welche deutlich und richtig darauf hinweist, wo die Brücke von der Theorie zur Praxis geschlagen werden muss, versuchte ich während meiner Tätigkeit an der hiesigen Hochschule pädagogisch zu realisieren. Jedenfalls dürfte die vorliegende Veranlassung gerade geeignet sein für einen Rückblick auf den zurückgelegten Weg und für eine sich daraus eventuell ergebende Nutzanwendung allgemeiner Natur, als Beitrag zu der im Thema genannten Aufgabe.

Theorie und Praxis! Wie die Hyperbel ihrer Asymptote ganz augenscheinlich immer näher kommt, ohne jedoch je mit ihr zusammenfallen zu können, so werden die Begriffe „Theorie“ und „Praxis“, solange Wissenschaft und Technik existieren, immer den Sinn von Schlagwörtern beibehalten, die den Inbegriff von Gegensätzen bezeichnen, obgleich mit der fortschreitenden Entwicklung der Wissenschaft und der Technik immer mehr Momente hervortreten, welche deutlich erkennen lassen, dass beide Begriffe auf derselben Grundlage aufgebaut sind. Die Theorie strebt nach Erkenntnis der in den Naturgesetzen verborgenen Wahrheit, die Praxis stützt sich auf die Bedingungen des wirtschaftlichen Betriebslebens, wie sie in Wahrheit beschaffen sind. Es sind zwei ganz anders geartete Wahrheiten, immerhin sind es zwei Wahrheiten, und als solche dürfen sie sich nicht widersprechen. Widersprechen sie sich, so ist entweder die aufgestellte Theorie falsch oder die Praxis wendet sie falsch an. Der Grund für die scheinbaren Gegensätze ist eben in dem Andersgeartetsein, in der Wesensverschiedenheit zu suchen. Die Wesensverschiedenheit dieser beiden erst in gemeinsamer Arbeit den Kulturfortschritt fördernden Faktoren „Theorie“ und „Praxis“ liegt in der Natur der Dinge. Es bilden sich auch tatsächlich ganz verschiedene Charaktere heraus: der gelehrte Forscher, dem die Werkzeuge — um nicht zu sagen Mittel — zum Verfolgen seiner Ideen fast wahllos zur Verfügung stehen, und der Praktiker, bei dem die Realisierbarkeit erst bei der richtigen Auswahl eines unter unendlich vielen, oft einzig gangbaren Weges beginnt, der aber dafür, im wirtschaftlichen Leben obenanstehend, Macht und grosse pekuniäre Erfolge erringen kann, um die ihn vielleicht so mancher Theoretiker beneidet, gleichwie umgekehrt auf den Praktiker selbst die rein wissenschaftliche Beschäftigung eine grosse Anziehungskraft ausübt. Psychologisch-menschlich erklärlich — mehr negativ genommen — ist vielleicht danach, wenn der Theoretiker mit Mitleid sieht, dass der Praktiker in der Erkenntnis der Naturgesetze, sogar in selbstverständlich scheinenden Dingen, weit zurücksteht, und wenn der Praktiker mit einem Gefühl der Geringschätzung beobachtet, wie der Theoretiker mit seinen Kenntnissen und von ihm gefundenen wirtschaftlich wichtigen Tatsachen nichts praktisch anzufangen, sagen wir: aus denselben kein Kapital zu schlagen versteht. Nimmt man nun noch hinzu, dass im Interesse der

staatlichen Entwicklung sowohl dem Theoretiker als auch dem Praktiker die grösste Möglichkeit freier Entfaltung gewährt werden muss, so wird es verständlich, dass diese Gegensätze ganz naturgemäss sich nicht restlos ausgleichen können.

Ausserordentlich fördernd für den Kulturfortschritt in technisch-wissenschaftlich-wirtschaftlicher Beziehung muss nun ein Faktor sein, welcher diese Gegensätze auszugleichen sich bestrebt. Dass dieses Ziel nicht endgültig lösbar ist, tut nichts zur Sache, da ja alle normalen Entwicklungsphasen labile Gleichgewichtszustände durchlaufen, die nie zur Ruhe kommen. Dieser zwischen „Theorie“ und „Praxis“ vermittelnde, Wissenschaft und Technik, Wirtschaftlichkeit und Gelehrsamkeit in ein harmonisches Ganzes bringende Kulturfaktor muss eben die angewandte Wissenschaft sein. Damit ist die Bedeutung der angewandten Disziplinen definiert und ein Kriterium für ihre Tätigkeit gegeben. Im folgenden möge an Hand eigener Erfahrungen diese Idee geprüft werden.

Der Zwischenraum zwischen Theorie und Praxis, exakter Wissenschaft und Technik ist so gross, dass eigentlich eine ganze Reihe von Zwischenstufen eingeführt werden müsste¹⁾. Um nun in demselben überhaupt eine Einteilung, sagen wir Arbeitsteilung, vorzunehmen, möge die Tätigkeit eines Vertreters der angewandten Disziplinen nach drei Richtungen auseinandergehalten werden: 1) seine Tätigkeit in der Richtung zur exakten Wissenschaft, 2) in der Richtung zur wirtschaftlich-technischen Praxis und 3) seine pädagogische Tätigkeit. In welcher Richtung soll sich nun diese Tätigkeit hauptsächlich abspielen, bezw. wie soll sich dieselbe zwischen diesen drei Richtungen verteilen?

Bei Betrachtung des ersten Punktes entsteht die Frage: Wie weit soll die angewandte Wissenschaft in das Wesen der eigentlichen Naturgesetze eindringen, d. h. zum Teil auch die Arbeit der Theoretiker übernehmen?

Im Jahre 1902 veröffentlichte ich die Mitteilung, dass im Dampfkessel aus Soda Ätznatron entstehen könne, und zwar durch hydrolytischen Zerfall des Karbonats und Auskochen der Kohlensäure²⁾. Obgleich zu derselben Zeit das Wegkochen der Kohlensäure aus Sodalösungen im Laboratorium auch durch Küster und Grüters³⁾ nachgewiesen worden war, schien es doch

¹⁾ Man sieht freilich oft, wie durch theoretische Überlegungen, besonders Entwicklung von Gesetzen der höheren Mathematik, die Lösung praktischer Probleme vorgeführt und der Anschein erweckt wird, dass die blossе Theorie die einzig massgebende ist. Doch geschieht es meist dann, wenn man entweder den wahren kausalen Zusammenhang nicht richtig erkannt hat oder infolge von Selbsttäuschung, indem das, was man als Rechnungsergebnis anzusehen glaubt, eigentlich durch ein durch die Rechnung in grossen Zügen kontrolliertes, praktisch intuitiv wirkendes Gefühl errungen wird. Dieses kann nicht oft genug den Lernenden vorgehalten werden, um sie vor schweren Enttäuschungen beim Eintritt in die Praxis zu bewahren.

²⁾ Rig. Ind.-Ztg. 1902. Broschüre über Wasseruntersuchung, bei N Kymmel 1903.

³⁾ Ber. d. D. Chem. Ges. 1903.

wünschenswert zu sein, theoretisch und experimentell die Frage zu prüfen, welche Beträge an Hydrat im Kessel erreicht werden könnten. Zu dem Behufe untersuchte ich gemeinsam mit Dr. Melville die Hydratisierung der Soda bei 100° C und versuchte auf rechnerischem Wege daraus abzuleiten, was im Kessel bei 180° C passieren könnte¹⁾. Es stellte sich nun heraus, dass die exakte Wissenschaft noch nicht die für diese Rechnungen erforderlichen Daten zur Verfügung stellen konnte. Ich versuchte unter Benutzung der Nernstschen Gleichung der Reaktionsisochore²⁾ aus den bei gewöhnlicher Temperatur bekannten Gleichgewichtskonstanten der beiden Phasen der Hydrolyse: Monokarbonat zu Bikarbonat und Wasser, ferner: Bikarbonat zu Hydrat und Wasser³⁾ die betreffenden Konstanten zuerst für 100° zu errechnen. Doch hier stellte sich schon heraus, dass die Wärmetönung der Reaktionen für diese Temperaturen nicht bekannt waren. Vollends die Einwirkung der Neutralsalze auf die Hydrolyse, was ja für die praktische Seite der Frage wichtig war, da beim Sodaüberschuss im Kessel naturgemäss sich sehr viel Natriumsulfat ansammeln kann, erwies sich als ein noch sehr dunkles Kapitel⁴⁾. Es ist doch klar, dass es ganz ausgeschlossen war, durch eigene mühsame vielseitige Spezialstudien sich die nötigen Unterlagen verschaffen zu können, und diese Arbeit nur durch speziell dafür vorbereitete Kräfte erledigt werden konnte. Es wäre gleichbedeutend einer unproduktiven Arbeitsverschwendung und einem Eingreifen in ein fremdes, durch die Arbeitsteilung anderen zugewiesenes Gebiet⁵⁾.

Ganz anders gestaltet sich das Bild, wenn die angewandte Wissenschaft sich — ich gehe nun zum zweiten Punkte über — in der Richtung zur Praxis, ich sage nicht nur: „in der Praxis“, betätigt. Da gibt es eine Fülle von Problemen, deren Lösung, direkt sich auf das von der

1) Vgl. Chem.-Ztg. 1910, S. 1121.

2) Nernst, Theoretische Chemie.

3) Mc. Coy, Americ. Chem. Journ. 1903.

4) Was Hydrolysegrad in Abhängigkeit von Temperatur bedeutet, zeigte übrigens in diesen Tagen ein in meinem Privatlaboratorium von Herrn M. Kissa ausgeführter Vorversuch, bei dem es ganz danach aussah, dass neutrale Natriumsulfatlösung, bei einer Konzentration von ca. 200 Härtegradäquivalenten bei 10° erhitzt, aus dem Messing das Zinn weglöst.

5) Man könnte mir hier diejenigen Fälle entgegenhalten, in denen die Praxis alles daran setzt, um in die exakte Wissenschaft einzudringen, z. B. in den Laboratorien der Farbstoffabriken. Doch sind das Spezialfälle, und hier wird auch eine natürliche Regelung eintreten, indem man nur so viel für die rein wissenschaftliche Arbeit opfert, wie mit den zu erwartenden Resultaten in Einklang steht.

Wie das Eindringen in das Gebiet der exakten Wissenschaft in meinem Falle nicht zu meiner Aufgabe gehörte, möchte ich daraus entnehmen, dass ich bis jetzt nicht dazu gekommen bin, die seinerzeit ausgeführten theoretischen Rechnungen zu veröffentlichen, da aus der Technik heraus immer wieder neue Probleme in Hülle und Fülle entgegentraten.

exakten Wissenschaft Gebotene stützend, fruchtbringend in die Praxis und die Industrie eingreift.

Die wissenschaftliche Grundlage dieser Betätigung ist freilich eine unerlässliche Forderung, da andernfalls die angewandte Wissenschaft ihre Daseinsberechtigung verliert, da sie dann, wie oben auseinandergesetzt, ihre Hauptaufgabe, die ausgleichende Tätigkeit zwischen Theorie und Praxis, nicht erfüllen kann. Diese Grundforderung ist für den Vertreter der angewandten Disziplinen nicht immer leicht zu erfüllen, wenn man bedenkt, dass die exakten Wissenschaften fast täglich mit neuen Tatsachen, ja, was noch wichtiger für die Erkenntnis an sich ist, mit neuen Auffassungen alter Tatsachen bereichert werden¹⁾. Die immer wieder von neuem klaffende Lücke durch Selbststudium zu füllen, ist fast unmöglich. Hier muss die richtige Organisation der Arbeitsteilung eingreifen, indem in wissenschaftlichen Vereinigungen in leichter Form die nötige Speise geboten werden muss²⁾. In welche weitverzweigte Spezialgebiete man oft zurückgeführt wird, werden die zum Punkt 2 gehörenden Beispiele zeigen.

Bei der Prüfung einer Wasserreinigungsanlage um 1900 herum zeigte es sich, dass es keine Untersuchungsmethoden gab, welche einen schnellen Überblick über den Erfolg der Reinigung gewähren konnten. Die gewaltige Entwicklung der Anwendung der Elektrizität in der Technik ist, wie mir scheint, zum grossen Teil dem Umstande zuzuschreiben, dass die elektrischen Messapparate, wie Voltmeter und Amperemeter, es geradezu in idealer Weise gestatten, die gewaltigen Energieströme im technischen Betriebe ausserordentlich leicht zu überwachen. Eine Hauptaufgabe der angewandten Wissenschaften muss nun darin bestehen, auch anderen Zweigen der Technik solche Hilfsmittel zu schaffen, welche diesen schnellen Einblick ermöglichen. Mit noch so genauen langdauernden Untersuchungsmethoden ist hier nichts anzufangen³⁾.

Ich nahm daher die Ausarbeitung derartiger Schnellmethoden für den Wasserreinigungsbetrieb in Angriff. In einer ganzen Reihe von Studien,

1) Man denke z. B. an die neuesten Errungenschaften: Nernstsches Wärmetheorem, Relativitätsprinzip, Quantentheorie und manches andere.

2) In dieser Beziehung bedeutet die Gründung einer Chemischen Gesellschaft am Rigaschen Polytechnikum, hervorgegangen aus dem alten „Chemischen Kolloquium“, eine sehr erfreuliche Erscheinung. Ebenso waren die vom Technischen Verein veranstalteten Sammelvorträge der Herren Centnerszwer und von Antropoff über die neuesten Gebiete der physikalischen Chemie und der Elektronentheorie und Radioaktivität, die auf die Praktiker eine sehr grosse Anziehungskraft ausübten, ein sehr nützlichcs Unternehmen.

3) Dies ist ein Punkt, der in das Kapitel der Wesensgegensätze zwischen Theorie und Praxis gehört. Dem Theoretiker ist oft Genauigkeit oder richtiger „Wissenschaftlichkeit“ so weit Dogma, dass er jede Schnellmethode, welche im geringsten Verdacht der Unwissenschaftlichkeit steht, in Bausch und Bogen verurteilt, indem er sich nicht immer in die Situation des Industriebetriebes hineinfinden kann.

bei denen ich hauptsächlich durch die Assistenten Herren U. Koerber und J. Jacoby unterstützt wurde und die auch Gegenstand vieler Diplomarbeiten bildeten, wurde das damals noch brachliegende Gebiet bearbeitet. Zu der Zeit war nur die erste Arbeit von Wehrenfennig im „Organ für Eisenbahnwesen“ veröffentlicht. Die Pfeifersche Studie, welche auch die Warthasche Methode der Härtebestimmung allgemeiner bekannt machte, erschien erst später. In unserem Laboratorium kam man auch, unabhängig von Wartha, auf dieselbe Methode des Ausfällens der Erdalkalien mit Soda und Ätznatron, damit noch eine Bestimmung der Magnesia verbindend. Es wurde vorgeschlagen, zur Förderung der Übersichtlichkeit der Analysenresultate allen Gehalt an Erdalkalien und Alkalien in Härtegradäquivalenten auszudrücken, eine einfache graphische Methode der Berechnung der Reagenzienzusätze zugeben, die alte auf Schaumbildung beruhende Clarksche Methode der Bestimmung der Härte durch Seife durch die Anwendung einer genau 0.1 normalen Lösung von Kaliumstearat mit dem Umschlag von Phenolphthalein von farblos auf Rosa (durch eintretende Hydrolyse der Seife) zu ersetzen, welche auch die Bestimmung der Härte des viel Humussalze enthaltenden Kesselwassers selbst ermöglichte, wobei der Humate wegen die Analysenmethoden für das Kesselwasser entsprechend modifiziert werden mussten. Ferner wurde die bereits empirisch angewandte Methode der Titration durch Tropfenzählung in ein analytisch sicheres System gebracht¹⁾.

Unveröffentlicht sind mittlerweile unter Mithilfe der Herren Assistenten J. Jacoby, M. Kissa und H. Grünberg entstandene Untersuchungen über den Ersatz des Kaliumstearats durch Kaliumpalmitat, welches auch eine sicherere Bestimmung der Sulfate des Wassers ermöglicht, die weitere Ausgestaltung der Tropfvorrichtung (Tropfflasche) auf Basis amerikanischer Arbeiten über die Beziehung zwischen Dampfspannung und Tropfengrösse²⁾. Das Auffinden der Humate oder ihrer Spaltungsprodukte im Kesselwasser ergab Beiträge zu der geologisch und agronomisch wichtigen Frage über die wahre Natur der Humussäuren³⁾, die Studien über die Tropfvorrichtung scheinen zu zeigen, dass es praktischer ist, die jetzt in der Pharmazie angenommene Norm der Tropfengrösse von $\frac{1}{20}$ cc durch eine solche von $\frac{1}{10}$ cc Wasser zu ersetzen, und Untersuchungen über das plötzliche Auftreten grosser Mengen von Chloriden in einem Ilgezeemer Dampfkessel ergaben die Tatsache, die in geologischer und hygienischer Hinsicht,

¹⁾ In der in der Chem.-Ztg. 1911 enthaltenen Übersicht „Neues aus der Chemie des Wassers“ vom Verfasser ist alles Nähere enthalten.

²⁾ Journ. Americ. Chem. Soc. und Zeitschr. phys. Chem. 1908. — Als ich, nebenbei bemerkt, in der Chemischen Gesellschaft, hier, in einem Vortrage für die Tropfenmethode eintrat, musste ich auf meiner armen Tropfflasche das Odium der „Unwissenschaftlichkeit“ sitzen lassen. Siehe vorige Seite, Fussnote 3.

³⁾ Chem.-Ztg. 1910, S. 1314.

wie auch in Beziehung auf die Fischzucht nicht gleichgültig ist, dass das Seewasser bei andauernden Landwinden in der Düna am Flussbett bis an die Pontonbrücke eindringt¹⁾.

Durch Beeinflussung der Wärmetransmissionsverhältnisse hängt die Wasserreinigungsfrage mit dem Feuerungsprozess unmittelbar zusammen, wo die wissenschaftliche Basis aus einem anderen Gebiet der exakten Disziplinen hergenommen ist. Die Haberschen Arbeiten über das Wassergasgleichgewicht in der Bunsenflamme zeigen²⁾, wie ungemein kompliziert die chemisch-physikalischen Vorgänge in der Flamme sind und wie gleichfalls es der angewandten Wissenschaft kaum allein gelingen würde, dieses Gebiet zu durchforschen.

Mehr denn irgendwo anders fehlt hier die Apparatur, welche einen schnellen Einblick in die Vorgänge im Feuerraum gestattet. Zurzeit gibt ein Blick durch die Feuertür für den Moment mehr, als alle Heizeffektmesser, Registrierapparate, Analytore u. dgl., welche erst über das Gewesene ein freilich vollkommenes Bild entwerfen. Sehr viel Mühe und experimentelle Studien sind von meinen Mitarbeitern und mir darauf verwandt worden, eine Apparatur zu schaffen, welche, an einer eventuellen „Feuerungsschalttafel“ angebracht, Einblick in die in der Feuerung sich abspielenden Prozesse gibt, nach Analogie der Volt- und Amperemeter in der Elektrizität. Es sind schon so manche Resultate erzielt worden, sie können jedoch noch nicht der Öffentlichkeit anheimgegeben werden.

Unterdessen hatte sich die Mitarbeit an dem Fortschritt der Feuerungstechnik in anderer Art und Richtung entwickelt. Als ich um das Jahr 1899 herum Gelegenheit hatte, Dampfkesselanlagen zu untersuchen, ergab es sich, dass die hierfür erforderlichen wissenschaftlich-technischen Unterlagen, zumal sie in diesem Falle auch zugleich lokaler Natur sein mussten, bei uns fehlten. Es entstand hierdurch ein so umfangreiches Arbeitsgebiet, dass es von vornherein klar war, dass diese Aufgabe nur durch gemeinsame Anstrengung aller daran interessierten Faktoren bewältigt werden konnte, mit anderen Worten: es sprang sofort unsere technisch-kulturelle Rückständigkeit auf diesem Gebiete in die Augen, indem andererseits die auf einer gewissen Kooperation mit Erfahrungsaustausch beruhenden Dampfkesselrevisionsvereine die Basis für die Entwicklung der Feuerungstechnik bilden. Es fehlte an ausreichenden Erfahrungen über den bei uns erreichbaren Nutzeffekt der Kesselanlagen, an einer Systematisierung der Brennstoffe nach ihrer Erhältlichkeit und relativen Verwendbarkeit, an entsprechend geschultem Personal u. dgl. m. Ja es war überhaupt eine kaum nachweisbare Beziehung zwischen Theorie und Praxis vorhanden.

1) Rig. Ind.-Ztg. 1908.

2) Siehe Haber, Thermodynamik technischer Gasreaktionen.

Hier bot sich für die angewandte Wissenschaft ein ausserordentlich reiches Tätigkeitsfeld, und hielt ich es für meine Pflicht, die Hauptarbeit auf das Fördern des Entstehens eines Rigaschen Dampfkesselrevisionsvereins zu konzentrieren und im übrigen bereits mit der Sammlung von Daten und Schaffung der Grundlage für die Tätigkeit eines solchen Vereins zu beginnen. Das erstere wurde realisiert, nachdem laut Gesetz die halbe Kesselsteuer zugunsten des Vereins den Mitgliedern desselben erlassen worden war, und die in bezug auf den zweiten Punkt unternommenen Arbeiten ergaben Untersuchungen über den Wirkungsgrad Rigascher Kesselanlagen, über die in Riga gangbare britische Kohle, über Bestimmung des Nutzeffekts aus der Rauchgasanalyse und über die Untersuchung der Brennstoffe hinsichtlich des Verhaltens in der Feuerung, letzteres unter Mitarbeit von J. Jacoby, wobei sich manches auch als für auswärts nützlich erwies¹⁾.

Mittlerweile griff der Kampf gegen die Rauchplage, der in England und Deutschland, besonders in Hamburg, mit Energie geführt wird, auch nach Riga herüber und als dazu gehörend in dieses Gebiet ein und bereicherte die bis dahin rein technische Frage durch hygienische und kommunale Gesichtspunkte²⁾.

In anderer Veranlassung unternommene Studien über das Verwenden verschiedener Kokssorten für Zentralheizungen warfen auch ihre Schlaglichter auf das Wesen des Feuerungsprozesses selbst³⁾.

Aus allen den angeführten Tatsachen scheint doch wohl genügend klar hervorzugehen, dass es durchaus dem Wesen der angewandten Disziplinen entspricht, wenn man die Forderung aufstellt, dass sie sich wohl auf

1) Alle diese Abhandlungen erschienen in den letzten Jahren in der Rig. Ind.-Ztg. und auch als Sonderabzug unter der Bezeichnung „Feuerungstechnisches“ bei N. Kymmel i. J. 1910. Die Abhandlung über englische Steinkohle ging gekürzt in die Zeitschr. für Dampfkesselbetrieb über und die ganze Serie mit der darin befindlichen Abhandlung über Speisewasserreinigung und -kontrolle erschien auszugsweise in den Berichten der Kais. Russ. Techn. Gesellschaft, welche auch einen Separatabzug unter dem Titel „Къ вопросу о тонках“ herausgab.

2) In Hamburg entstand 1910 eine neue Zeitschrift „Rauch und Staub“, herausgegeben von A. Aufhäuser-Hamburg unter Mitwirkung von Dr. Ascher-Hamm, Prof. Blacher-Riga, Prof. Bunte-Karlsruhe, Prof. Löwe-München, Obering. Nies-Hamburg, Stadtbaurat Peters-Leipzig, Prof. Wieler-Aachen, Prof. Wislicenus-Tharand. Durch das „Feuerungstechnisches“ waren die Beziehungen entstanden. Die weitere Folge waren Vorträge im Technischen Verein vom Verfasser „Über die staatliche und kommunale Bekämpfung der Rauchplage“ und von Ing. Schmähling „Über unsere Stadtluft“ und ein ähnlicher Vortrag des Verfassers im Ärzteverein. Zurzeit arbeitet unter Vorsitz des Verfassers eine vom Technischen Verein formierte „Rauchkommission“ unter Mitarbeit von Vertretern der Stadt, des Ärztevereins und des Dampfkesselrevisionsvereins und bildet das Zentrum für die aus von der Stadt bewilligten Mitteln unter Mithilfe des Rigaschen Dampfkesselrevisionsvereins auszuführenden Luftuntersuchungen und Verdampfungsversuche in bezug auf die Möglichkeit rauchschwacher Verbrennung.

3) „Gaskoks oder Giessereikoks für Zentralheizungen“ Rig. Ind.-Ztg. 1911.

die exakten Wissenschaften stützen, jedoch sich hauptsächlich in der Richtung zur Praxis entwickeln sollen. Beides ist freilich unerlässlich.

Auch in pädagogischer Beziehung — nehmen wir jetzt den letzten Punkt vor! — muss diese vermittelnde Tätigkeit der angewandten Disziplinen voll zum Ausdruck kommen. Von diesem höheren Gesichtspunkte aus müsste auch das Programm der Technischen Hochschulen bewertet werden.

Die gestellte Aufgabe schmiegt sich leider nicht so ganz der menschlichen Psyche an, wodurch die Stellung dieser Disziplinen eine eigenartige wird. Auch hier könnte man fast die Vertreter der exakten Disziplinen beneiden. Vom Zwange der Schulbank befreit, richtet sich der Sinn des werdenden Mannes in erster Linie nach dem Grossen, Idealen. Bietet schon an und für sich die exakte Wissenschaft in dieser Beziehung viel mehr, so kommt noch dazu, dass die Grosstaten der exakten Wissenschaften sozusagen auf dem Experimentiertisch und an der Tafel im Original direkt den Hörern vorgeführt werden können, während die Grosstaten von Technik und Industrie nur mittelbar in der Idee in den Hörsaal übertragbar sind. Speziell die chemische Technologie ist in dieser Beziehung sehr spröde. Ihr Wert liegt ja in der wirtschaftlichen Bedeutung im Staatsleben, ein immerhin nüchterneres Thema. Es fällt der betreffenden angewandten Disziplin eben im Grunde genommen die undankbare Aufgabe zu, den heranreifenden Mann aus dem menschlich höheren Idealzustande in den mehr nüchternen und realistisch veranlagten Wirtschaftsmenschen zu verwandeln. Tatsächlich beobachtet man, dass die Studierenden der letzten Jahrgänge den mehr praktischen Ideen mehr zugänglich sind. Diesen, wie aus dem vorhergehenden zu ersehen, naturgemäss nicht ganz angenehmen Übergang aus der „Theorie“ zur „Praxis“ muss die angewandte Disziplin so beeinflussen, dass er sich wie natürlich abspielt. Wie gestalten sich nun von diesem Gesichtspunkte aus die drei wichtigsten pädagogischen Elemente der angewandten Disziplinen: 1) die Vorlesungen, 2) die Laboratoriumsarbeiten und 3) die zeichnerischen Übungen? Dabei sei ausdrücklich betont, dass ich die chemischen Technologien im Auge habe und dass vom Gesagten nicht alles ohne weiteres, wohl aber sinngemäss, auf die anderen Zweige übertragbar sein kann.

Ich halte nun die Laboratoriumsübungen für das wichtigste pädagogische Element und will von diesen aus die beiden anderen beurteilen. Als Ausgangspunkt möchte ich die eingangs angeführte, von Mendelejeff sehr präzise definierte direkte Übertragbarkeit der Laboratoriumsversuche auf die Praxis nehmen. Die weitere pädagogisch wichtige Tatsache ist dann die, dass wegen der Übersichtlichkeit der Laboratoriumsapparatur und ihrer Einfachheit die in den Versuchen waltenden Naturgesetze leichter übersehen und wegen der Modifizierbarkeit der Apparatur und des Experiments ihre Spielarten leichter erkannt werden können. Es muss nur noch gesagt werden, dass der Charakter der Versuche und Appara-

turen dem Bilde der Praxis angepasst werden muss, und, mir scheint, der Übergang von der Theorie zur Praxis ist gegeben. Und zwar etwa in der Art: Um das in den Laboratoriumsapparaten vor sich Gehende zu verstehen, muss der Lernende seine Bücher über Chemie und Physik zu Hilfe nehmen, und hat er auf diese Weise den technologischen Prozess wissenschaftlich erfasst, so gewinnt er dadurch die Fähigkeit, wenn ich so sagen darf, in der Fabrikpraxis zu lesen, d. h. aus der Masse von nur rein wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten erforderlichem Beiwerk den Kern herauszuschälen und ihn wissenschaftlich im Wesen zu verstehen. Geübt hat er sich darin an den Laboratoriumsapparaten, die das genannte Beiwerk nicht besitzen und das wissenschaftliche Gerippe leichter erkennen lassen. Diese Grundidee habe ich in mehreren Abhandlungen¹⁾ durchzuführen und in die Tat umzusetzen gesucht und darauf basiert auch teilweise der Unterricht in den chemisch-technischen Laboratorien in meiner Abteilung. Das von mir unter Mitwirkung von Herrn Ing. W. Grodsky herausgegebene Werk über Feuerungstechnik ist vollständig auf diesem pädagogischen Prinzip aufgebaut, indem jeder Prozess zuerst an einem Laboratoriumsexperiment erläutert ist²⁾. Zurzeit ist eine Reihe spezieller Publikationen über diesen Gegenstand begonnen worden³⁾. Zwanglos schliesst sich hier die chemisch-technische Analyse an, indem es einen grösseren Reiz verleiht, ein selbstgewonnenes und -dargestelltes Produkt zu untersuchen. Durchgeführt sind bereits die Darstellung der Generatorgase und die Analyse derselben, die Bestimmung des Nutzeffekts einer Wasserverdampfvorrichtung nebst Brennstoffkalorimetrie und allen einschlägigen Rechnungen, Bestimmung des Luftüberschusses bei der Verbrennung, Messung der Temperatur in allen praktisch möglichen Bereichen, in Ausbildung begriffen ist die Untersuchung und Enthärtung des Wassers, Seifenfabrikation, Ölindustrie u. a. m.

Was nun die Vorlesungen anbetrifft, so kann man dieselben in zweierlei Richtung entwickeln, mehr nach der theoretisch-wissenschaftlichen oder mehr nach der praktisch-wirtschaftlichen Seite. Je nach der Individualität des Vortragenden wird das eine oder das andere mehr in den Vordergrund treten — das trockene Aufzählen der technisch-chemischen Prozesse mit dem gewaltigen Zahlenmaterial dürfte wohl nicht gerechtfertigt sein —; immerhin, scheint mir, kann sehr gut, wie im Laboratorium, auch hier das Experiment zu Hilfe genommen werden. Hier in dem Sinne, um dem Hörer,

1) Ausser in der obenerwähnten Antrittsvorlesung: in der „Chem. Ind.“ 1898 und 1899, in der „Zeitschr. für angew. Chemie“ 1900.

2) Теплота въ заводскомъ дѣлѣ. Изд. Г. Лефлера. Рига 1905. (Zurzeit vergriffen.)

3) Проф. К. Блахеръ и инж.-техн. В. Гродскій: Практическія занятія по химической технологии. Часть I: Технология теплоты. Вѣстникъ химической технологии 1911. Отгискъ въ изданіи Г. Лефлера.

sowohl sachlich belebend als auch rein mnemotechnisch wirkend, einen Anhaltspunkt für seine Gedankengänge zu geben. Wie weit man dann in die eine oder andere Richtung hineingehen soll, ergibt sich leicht von selbst, sobald man sich auch hier auf den Standpunkt stellt, dass man, sich auf die Wissenschaft stützend, das Thema hauptsächlich in der Richtung zur Praxis entwickeln soll. Leider ist die experimentell-demonstrative Basis noch nicht so leicht realisierbar gegeben, wie in den exakten Disziplinen. So fehlt z. B. vollständig ein Handbuch für technologische Vorlesungsexperimente. Man muss sich alles selbst schaffen; dazu gehören aber speziell dafür bestimmte Hilfskräfte, entsprechende Räume und die nötige Zeit. An der hiesigen Hochschule ist nun in dieser Hinsicht ein gewaltiger Schritt vorwärts gemacht worden durch Schaffung von Spezialitäten in der chemischen Technologie, wodurch nicht nur den Lernenden, sondern mehr noch den Lehrenden die Möglichkeit gegeben worden ist, die Qualität der Leistung über die Quantität zu stellen, was bereits nach innen und nach aussen gute Früchte gezeitigt hat¹⁾. Sobald durch den projektierten Neubau die nötigen Räume verfügbar und die erforderlichen Hilfskräfte eingestellt werden, dann wird die weitere Entwicklung der chemischen Technologie an unserer Hochschule fraglos in noch schnellerem Tempo vor sich gehen.

Die Beziehung zwischen Zeichenfach und Laboratoriumsexperiment ist nicht so einfach. Die ersten zeichnerischen Übungen sind mehr konstruktiv-wissenschaftlicher Natur und haben als solche einen grossen Reiz. Hier ist auch leicht der Übergang zur Praxis gegeben, wie z. B. in einer feuerungstechnischen Zeichnung, die sowohl konstruktiv-wissenschaftlich, als technisch-praktisch gleich vieles bietet. Nüchternerer Art ist schon der Fabrikentwurf, ohne Kalkulation und Kostenanschlag eigentlich in der Luft hängend. Er stellt daher im Grunde genommen nur eine Übungsaufgabe dar, in welcher alles bisher Gelernte zur Lösung einer Aufgabe zusammengefasst wird. Anders wird es kaum werden, da selbst eine weitgehende Spezialisierung in der Hochschule die Basis für die Aufstellung von Kostenanschlägen nicht geben kann. In dieser Übungsaufgabe kann jedoch gerade die Beziehung zur Laboratoriumserfahrung sehr schön zum Ausdruck kommen. Macht der Studierende die in dieses Gebiet schlagenden Laboratoriumsversuche durch, so kennt er bereits die Eigenschaften der Stoffe aus eigenen Erfahrungen und lernt dieselben konstruktiv-praktisch berücksichtigen, — bekanntlich ein Hauptfaktor des Erfolges von Fabrikationsprozessen.

¹⁾ Glas, Keramik — Prof. Glasenapp; Wasser und Wärme, Trockene Destillation, Fette Öle — Prof. Blacher; Landwirtschaftliche Technologie, Zucker, Stärke, Gärungsindustrie — Prof. Witlich; Färberei, Druckerei, Farbstoffe, Leder, Faserstoffe — Prof. Schimansky; Metallurgie, chemische Grossindustrie (später eventuell noch die Glasenappschen Fächer) — Prof. Britzke.

