

Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks.

Verhandlungen, Projecte und Gutachten,

im Auftrage

der Verwaltung des Rigaschen Gas- und Wasserwerks

zusammengestellt und herausgegeben

von

Dr. Bruno Doss.

Riga.

Druck von W. F. Häcker.

1897.

Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks.

~~~~~  
**Verhandlungen, Projecte und Gutachten,**

im Auftrage

**der Verwaltung des Rigaschen Gas- und Wasserwerks**

zusammengestellt und herausgegeben

von

**Dr. Bruno Doss.**

~~~~~  
Riga.

Druck von W. F. Häcker.

1897.

Zur Reform

des Rigaschen Wasserwerks.

Verhandlungen, Projekte und Gutachten,

im Auftrage

Дозволено цензурою. Рига, 6 Февраля 1897 г.



von
Hrn. Bruno Doss

in der Commission etc.
auf dem Wege der
öffentlich-ökonomischen
Verwaltung des
Rigaschen Wasserwerks
auf dem Wege der
öffentlich-ökonomischen
Verwaltung des
Rigaschen Wasserwerks

Riga.

Druck von W. T. H. H. H.

1897.

Inhalt.

| | Seite. |
|--|--------|
| Vorbemerkung von B. Doss | 1 |
| Ueber den gegenwärtigen Stand der Wasserversorgungsfrage in Riga von E. v. Boetticher | 3 |
| 1. A. Thiem : Bericht über die neuen Bezugsquellen für Wasser- versorgung der Stadt Riga | 28 |
| 2. Salm : Erweiterung des Wasserwerkes der Stadt Riga . . | 61 |
| 3. O. Smreker : Wasserwerk Riga, Quantitätsversuche. Bericht | 63 |
| 4. Salm : Zweites generelles Project der Grundwasserversorgung (Q = 200 sl) | 72 |
| 5. E. Jürgens : Zur Wasserversorgungsfrage durch Grundwasser von Bellenhof | 73 |
| 6. Bürgermeisteramt Homburg v. d. Höhe: Antwortschreiben | 74 |
| 7. Der Stadtrath der Hauptstadt Freiburg: Antwortschreiben | 74 |
| 8. Städtische Gas- und Wasserwerke Heidelberg: Antwort- schreiben | 75 |
| 9. Magistrat der Stadt Frankfurt a. M.: Antwortschreiben . . | 75 |
| 10. O. Smreker : Entgegnung auf das sub 5 verzeichnete Schreiben | 76 |
| 11. A. Thiem : Gutachten über die zukünftige Wasserversorgung der Stadt Riga | 76 |
| 12. Salm : Zur Wasserversorgung der Stadt Riga durch Grund- wasser von Bellenhof | 77 |
| 13. Hygienisches Institut der K. Ludwig-Maximilian-Universität München: Gutachten über die Qualität des erbohrten Grundwassers auf dem Gute Bellenhof bei Riga . . . | 77 |
| 14. Salm : Filtrationsproject für 240 sl durchschnittlicher Leistung | 80 |
| 15. Gutachten seitens einer Commission des Stadtbauamtes, be- treffend Grundwasser- und Filtrationsproject | 81 |
| 16. Salm : Entgegnung auf das Gutachten der Commission etc. (Nr. 15) | 83 |
| 17. M. Glasenapp : Wie ist die Frage der Wasserversorgung Riga's zu lösen? | 84 |
| 18. C. Wladimiroff : Project zur Erweiterung der Wasserver- sorgungsanlage der Stadt Riga | 87 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 19. | A. Thiem: Bericht über die Erweiterung des Wasserwerks der Stadt Riga | 90 |
| 20. | Ostwald: Zur Kritik der „hydrologischen Untersuchung der Umgebung von Riga“ in A. Thiem: Bericht über die neuen Bezugsquellen für Wasserversorgung der Stadt Riga, 1883 | 102 |
| 21. | A. Thiem: Beleuchtung der Kritik des Herrn Ostwald | 110 |
| 22. | Salm: Zur Kritik des Herrn Oberförsters Ostwald an dem Thiemschen Bericht über die neuen Bezugsquellen der Stadt Riga | 112 |
| 23. | Salm: Versuchsbohrloch bei Werst V der Petersburger Chaussée (Dreilingsbusch Stadtforstei). Mit Beilagen: 1) M. Glasenapp: Analytischer Befund des erbohrten Wassers und Schlussfolgerungen. 2) B. Doss: Geologische Charakteristik der Bohrproben des Tiefbrunnens bei Dreilingsbusch | 114 |
| 24. | Ostwald: Erwiderung auf die Entgegnungen Thiem's und Salm's (Nr. 21 und 22) | 120 |
| 25. | Salm: Entgegnung auf Ostwald's Erwiderung (Nr. 24) | 122 |
| 26. | A. Lagorio: Gutachten | 127 |
| 27. | O. Smreker: Zuschrift | 157 |
| | Schlusswort von B. Doss | 160 |



Vorbemerkung.

Seit nun fast zwei Jahrzehnten spielt in Riga die Frage der Versorgung der Stadt mit einem, im Vergleich zum bisherigen, besseren Trink- und Brauchwasser eine Rolle. Mannigfache Berichte, Gutachten und Projecte sind während dieser Zeit abgefasst und aufgestellt worden, welche die unabweisliche Reorganisation des bestehenden Wasserwerks zum Gegenstand haben oder damit in ursächlichem Zusammenhang stehen. Dieses Material einem weiteren Kreis von Interessenten in Form eines Excerptes zugänglich zu machen, lag in der Absicht der Verwaltung der städtischen Gas- und Wasserwerke, wobei zu betonen bleibt, dass den Anlass zu dieser Beschlussfassung eine neuerdings eingetretene, den Abschluss der Vorarbeiten verhindernde Wendung der Dinge gegeben hat.

Von der Verwaltung der Gas- und Wasserwerke gebeten, jene Excerptirung zu übernehmen und zu diesem Behuf seit Ende December vergangenen Jahres in die Möglichkeit, über das einschlägige Actenmaterial zu verfügen, versetzt, bin ich im Nachstehenden bestrebt gewesen, unter Beiseitelassung bzw. kürzester Referirung aller nebensächlicher Momente oder tabellarischer Belege und zu speciell technischer Facta, das herauszuschälen, was für das Verständniss der Grundlagen, auf denen sich unsere ganze, seit den achtziger Jahren acute Wasserfrage bewegt hat, wichtig und unerlässlich ist. Dass hierbei die grundlegenden Arbeiten einer eingehenderen

Behandlung unterworfen werden mussten, als die auf jene sich nur beziehenden Gutachten und dergl., liegt in der Natur der Sache. Die in den Berichten etc. Nr. 20, 21, 22, 24, 25, 26 vorliegenden Controversen ausführlicher darzustellen, — was unter anderen Umständen vollkommen belanglos gewesen wäre, — sah ich mich doch veranlasst deswegen, weil die in denselben zum Ausdruck kommenden Anschauungen und Repliken auf die neueste Entwicklung und den derzeitigen Stand der Wasserversorgungsfrage von einschneidender Bedeutung geworden sind. Da ein von dem Vorsitzenden der Verwaltung der Gas- und Wasserwerke verfasster Bericht über die zwischen den beteiligten Institutionen gepflogenen, auf die städtische Wasserversorgung bezüglichen Verhandlungen den Excerpten selbst vorausgeschickt ist, — ein Bericht, in welchem auch über einige wichtige Arbeiten eingehend referirt wird, — so war es mir möglich, einerseits jene Excerpte einfach chronologisch und ohne verbindende Erläuterungen auf einander folgen zu lassen, andererseits selbst zuweilen auf die Darlegungen des erwähnten Berichts zu verweisen.

Einem ausgesprochenen Wunsche Rechnung tragend, habe ich den Ausführungen der Herren Autoren dort Bemerkungen anzuknüpfen mir erlaubt, wo geologische Fragen eine nicht einspruchsfreie oder falsche Beleuchtung erfahren haben, vorausgesetzt, dass es sich nicht um allzu Irrelevantes handelte. Es finden sich solche Bemerkungen unter anderem in Fussnoten, theils auch im Text durch kleineren Druck ausgeschieden.

Riga, den 19. Januar 1897.

Dr. Bruno Doss.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Wasser- versorgungsfrage in Riga.

Die Beschaffenheit des durch das Rigasche Wasserwerk geförderten Wassers entspricht nicht den modernen Anforderungen an öffentliche Wasserversorgungs-Anlagen. Dass dieses der Düna entnommene Wasser geradezu gesundheits-schädlich wäre, haben umfangreiche Untersuchungen nicht ergeben; wohl aber, dass es organische Substanzen in grösserer Menge enthält, als bei gutem Trinkwasser der Fall sein dürfte; dazu kommt, dass der ausserordentlich grosse Thongehalt des Dünawassers nicht allein die Farbe und den Geschmack beeinträchtigt, sondern auch durch Ablagerungen in den Leitungsröhren in bedenklicher Weise deren Verunreinigung und Verengung bewirkt.

Das Verlangen nach einem besseren Leitungswasser ist daher begründet und hat vielfach zur Erörterung der Frage geführt, ob es sich empfehle, eine Verbesserung des Dünawassers im Wege der künstlichen Filtration anzustreben, oder die bisherige Bezugsstelle aufzugeben und zur Deckung des städtischen Wasserbedarfs Grundwasser herzuleiten.

Um der Lösung dieser Frage näher zu treten, forderte die Verwaltung des Wasserwerks im J. 1882 den auf dem Gebiete der Hydrologie rühmlichst bekannten Ingenieur A. Thiem (zur Zeit in Leipzig) auf, die Umgegend von Riga auf die Möglichkeit einer Grundwasserversorgung zu untersuchen. Thiems Erhebungen führten zu günstigem Resultat. Er constatirte in der Gegend nordöstlich vom

Stint- und Jägelsee das Vorhandensein eines ergiebigen Grundwasserstromes mit brauchbarem Wasser. Die Vorzüge desselben in Beziehung auf chemische Zusammensetzung, Temperatur, Farbe und Klarheit liessen sich durch Filtration des Dünawassers nicht erreichen; auch konnte von Hause aus angenommen werden, dass die Kosten für Fassung und Zuleitung des jenem Grundwasserstrom zu entnehmenden Wassers nach Riga geringer ausfallen würden, als die für Errichtung einer Anstalt für ausreichende Filtration des Dünawassers.

Das von dem Ingenieur Thiem in einem „Bericht über die neuen Bezugsquellen für die Wasserversorgung der Stadt Riga“ niedergelegte Ergebniss seiner Untersuchungen konnte indessen nicht ohne Weiteres eine Entscheidung für den Uebergang zur Grundwasserversorgung rechtfertigen. Dazu gehörten noch genauere Untersuchungen über die Ergiebigkeit der zu verwendenden Quellen vermöge anzulegender Versuchsbrunnen, und hierzu kam es nicht, so lange die zwischen den alten Ständen und der neuen Communalverwaltung über das Eigenthum am Gas- und Wasserwerk geführten Verhandlungen die Frage offen liessen, von wem über neue Arbeiten zur Reorganisation des Wasserwerks zu beschliessen war. Erst nachdem durch eine Senatsentscheidung die Besitzfrage zu Gunsten der Stadt beantwortet worden war, kam im November 1888 die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks bei dem Stadtamt mit dem Antrage ein, es möge ein Beschluss der Stadtverordnetenversammlung dahin herbeigeführt werden, dass, wofern durch einen zuvor zu errichtenden Versuchsbrunnen das Vorhandensein eines ausgiebigen und brauchbaren Grundwasserstromes in der Gegend nordöstlich vom Stint- und Jägelsee constatirt werden sollte, unter Aufgabe der bisherigen Bezugsquelle (der Düna) zur Grundwasserversorgung überzugehen sei.

Das Stadtamt trat zwar für die Anlage des Versuchsbrunnens ein; in Beziehung auf die Reorganisation des Wasserwerks und den Uebergang zur Grundwasserversorgung wollte es aber sich im Voraus nicht binden, und die Stadtverordnetenversammlung vom 22. Mai 1889 beschränkte sich darauf,

für Anlage eines Versuchsbrunnens zur Feststellung der Ergiebigkeit und Qualität des von dem Ingenieur A. Thiem in NO. des Jägel- und Stintsees nachgewiesenen Grundwasserstromes einen Credit bis zu 10,000 Rbl. aus den Ueberschüssen des Gas- und Wasserwerks zu bewilligen.

Bei Eröffnung dieses Beschlusses trug das Stadtamt der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks auf:

- 1) zu prüfen, ob nicht mit Rücksicht auf die Erweiterung des städtischen Rohrnetzes der früher angenommene Consum von 240 S.L. um 50% höher anzunehmen sei;
- 2) in die Projectirung zum Versorgungsgebiet bisher nicht gehörige Stadttheile hineinzuziehen, und
- 3) bei Vorstellung der durch den Versuchsbrunnen zu gewinnenden Resultate auch zur Sprache zu bringen: welche Quantität Grundwassers im Allgemeinen in der im NO. des Stint- und Jägelsees belegenen Gegend gewonnen werden kann, ob eine Erweiterung der projectirten Anlagen, und innerhalb welcher Grenzen, möglich sein werde, wie viel Mittel auf die Anlage zu verwenden sein werden.

Es kostete schwierige und langwierige Arbeiten, um eine zuverlässige Grundlage für weitere Entschliessungen der städtischen Verwaltung zu gewinnen. Diese Arbeiten

kamen unter Leitung des von A. Thiem empfohlenen Ingenieurs Smreker, bei unmittelbarer Betheiligung des Ingenieurs Pichler, zur Ausführung und nahmen die Zeit vom Juni bis zum December 1889 in Anspruch. In einem ausführlichen Gutachten hat Herr Smreker im Februar 1890 das Ergebniss seiner Untersuchungen niedergelegt. Es läuft im Wesentlichen darauf hinaus, dass das an bezeichneter Stelle in den Grenzen des Gutes Bellenhof vorhandene Grundwasser in qualitativer und quantitativer Beziehung dem Bedarf der Rigaschen Wasserleitung entspricht. Dabei ist, nach Ansicht des Herrn Smreker, die Möglichkeit geboten, dem Grundwasserströme auf der Strecke je eines Kilometers 40–50 S.L. Wasser zu entnehmen, so dass bei einem Bedarf von 240 S.L. eine Fassungslänge von 5 Kilometer geboten sein würde. (Für einen Bedarf von 360 S.L. hätte man mithin eine Fassungslänge von $7\frac{1}{2}$ Kilometer nöthig.) Da sich das Quellengebiet über 10 Kilometer ausdehnt, so ist bei Zugrundelegung der Smrekerschen Berechnung anzunehmen, dass aus dem Grundwasserstrom auf Bellenhofschem Grunde ein Bedarf von 500 S.L. gedeckt werden kann, während nach Ansicht des Ingenieurs Thiem in Bellenhof ungleich grössere Quantitäten besten Quellwassers zu gewinnen sind.

Die Analyse des Bellenhofschen Grundwassers ergibt, dass es frei von organischen, arm an anorganischen Stoffen ist. Verschiedene deutsche Städte (Frankfurt a. M., Hamburg, Heidelberg, Freiburg in Br.) benutzen ein ähnlich weiches Wasser und haben darin in sanitärer Beziehung günstige Erfahrungen gemacht. Sachverständige bezeichnen das Bellenhofsche Wasser als ein tadelfreies Trink- und Gebrauchswasser. Professor v. Pettenkofer in München glaubt die Stadt Riga zu einem so vorzüglichen Gebrauchswasser beglückwünschen zu können.

Das Recht zur Ausnutzung des Bellenhofschen Grundwasserstromes kann aber für Riga nur durch Ankauf des Gutes Bellenhof erworben werden. Der zuletzt geforderte Kaufpreis beträgt, nachdem ein Theil des hingehörigen Bauerlandes verkauft worden ist, 310,000 Rbl.; an diesen Preis hat sich indessen der Besitzer für eine weitere Zukunft nicht gebunden.

Die Frage, wie viel überhaupt eine Reorganisation des Wasserwerks kosten wird, muss verschieden beantwortet werden, je nachdem nur an die Zuleitung des Bellenhofschen Grundwassers zur gegenwärtigen Pumpstation, oder an die unmittelbare Beförderung desselben von der Fassungsanlage aus gedacht wird.

Schon im Jahre 1888, ehe noch die Smrekerschen Quantitätsuntersuchungen ausgeführt waren, hatte der Director des Gas- und Wasserwerks Salm die Anlagekosten für beide Versorgungsarten berechnet und zugleich festzustellen gesucht, wie viel die Erweiterung des Wasserwerks kosten würde, wenn die bisherige Bezugsquelle (Dünawasser) beibehalten werden sollte. Herr Salm war zu folgenden Resultaten gekommen:

Es sollte kosten:

Project A. Erweiterung des Wasserwerks unter Benutzung der bisherigen Bezugsquelle, mit Einschluss eines Hochdruckbassins Rbl. 360,000.

Project B. Grundwasserversorgung unter Mitbenutzung der alten Pumpstation, ohne die Kosten für Erlangung des Rechts zur Grundwasserentnahme in Bellenhof Rbl. 715,000

Dazu die Kosten des
Projects A für Erweiterung des Wasserwerks „ 360,000 „ 1,075,000.

Project C. Directe Grundwasserversorgung mit Hebung des Wassers an der Entnahmestelle in Bellenhof unmittelbar zum Hochdruckbassin (auf dem Griesenberge), ohne die Kosten für Erlangung des Rechts zur Wasserentnahme in Bellenhof Rbl. 960,000.

Diese Projecte waren auf der Basis einer Förderung von nur 240 S.L. gemacht worden. Nach Beendigung der Smrekerschen Arbeiten stellte Herr Salm auf der Basis einer Förderung von 200 S.L. einen neuen generellen Kostenanschlag für eine directe Grundwasserversorgung (Project C) zusammen, wobei die Anlage so disponirt wurde, dass ohne jede Störung, je nach Bedarf, eine Erweiterung des Werks auf 400 S.L. stattfinden konnte. Die Kosten (ohne diejenigen für Erlangung des Rechts zur Grundwasserentnahme in Bellenhof) berechnete Herr Salm für ein so disponirtes Werk auf Rbl. 1,450,000, und die Kosten der Erweiterung des Werks für eine secundliche Förderung von 400 S.L. approximativ auf 1,000,000 Rbl. Der grosse Unterschied in dem Kostenbetrage des ersten und des zweiten Anschlages für das Project C ist zum Theil darauf zurückzuführen, dass die Pumpstation in Bellenhof nach dem Befinden Smrekers um 4—5 Werst weiter von Riga anzulegen wäre, als Thiem sich's gedacht hatte, Salm aber in seinem zweiten Projecte sich Smreker angeschlossen hatte.

Anlangend die Quantität des für das Versorgungsgebiet der Rigaschen Wasserleitung erforderlichen Wassers, so kann angenommen werden, dass bei einer secundlichen Förderung von 240 Liter in absehbarer Zeit der Bedarf gedeckt werden wird.

Sämmtliches Material, welches die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks auf Grund des Beschlusses der Stadt-

verordnetenversammlung vom 22. Mai 1889 zusammengebracht hatte, wurde gegen Ende des Jahres 1890 dem Stadtamt vorgestellt (Schreiben vom 25. September 1890 Nr. 192). Noch in demselben Jahre erfolgte durch Beamte der städtischen Güter- und Forstverwaltung eine Schätzung des Gutes Bellenhof, und hierbei ergab sich, dass von diesem Gute eine Jahresrevenue von 10,983 Rbl. in Aussicht zu nehmen war, was bei einem Zinsfusse von $4\frac{1}{2}\%$ dem Revenuencapitalwerthe von 244,000 Rbl. entspräche.

Das Stadtamt war der Meinung, dass die Stadtverordnetenversammlung über das Project einer Grundwasserversorgung zu entscheiden nicht in der Lage sei, wenn nicht zuvor klargestellt worden, ob und in welcher Weise etwa das Leitungswasser aus der Düna verbessert werden könnte. Es trug daher der Verwaltung des Wasserwerks auf, zur Ergänzung des vorgestellten Materials noch einen detaillirten Anschlag für das Project A (Erweiterung des Wasserwerks unter Benutzung des Dünawassers), sowie einen summarischen Anschlag für eine Filtrationsanstalt anzufertigen. (Prot. vom 14. Mai 1891.)

Diesem Verlangen wurde noch vor Ablauf des Jahres 1891 entsprochen. Inzwischen wurde die Unzulänglichkeit des alten Wasserwerks immer drückender empfunden, und sah sich daher die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks bewogen, bei Vorstellung der eingeforderten Anschläge die Aufmerksamkeit des Stadtamts darauf zu lenken, dass eine Reorganisation des alten Werks sich nicht mehr lange aufschieben lasse. Es war nicht mehr möglich, nach den von der Pumpstation entfernter belegenen Stadttheilen Wasser mit genügendem Druck zu fördern, wenn nicht das Rohrnetz einer Correctur unterworfen und zur Regulirung des Druckes ein Hochdruckbassin erbaut würde; dabei war nicht ausgeschlossen die Gefahr, dass bei eintretender Unter-

brechung der Thätigkeit der alten ohne Reserve arbeitenden Maschinen die städtische Wasserversorgung ins Stocken gerieth. (Schreiben der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks vom 30. März 1891, Nr. 329.)

Um zu den Vorlagen der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks Stellung nehmen zu können, hielt das Stadtamt für geboten, sie zuvor einer technischen Prüfung unterziehen zu lassen (Prot. des Stadtamts vom 3. Februar 1892). Eine solche erfolgte durch eine beim Bauamt niedergesetzte Commission, bestehend aus Gliedern des Bauamts und hinzugezogenen Technikern. Der sehr umfangreiche Bericht dieser Commission, welche unter anderem die Unzulänglichkeit der maschinellen Anlagen des alten Wasserwerks in Zweifel zog, wurde sodann zur Gegenäusserung der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks übersandt (Prot. vom 24. November 1892).

Wieder verging geraume Zeit, ehe die nach Ansicht der erwähnten Commission zur Klarstellung der Angelegenheit erforderlichen Arbeiten ausgeführt waren.

Das sorgsam ergänzte Material konnte dem Stadtamt erst im Juni 1893 zugestellt werden.

Inzwischen sah sich die Stadtverwaltung gedrängt, zur Verbesserung des Leitungswassers Massnahmen anzuordnen, welche ausserhalb des von der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks vertretenen Projects lagen. Durch einen bei der Dünaregulirung im Jahre 1884 in das Strombett der Düna gelegten Damm war eine Dünabucht, aus welcher das Wasser durch einen überdeckten Canal dem Sammelbrunnen des Wasserwerks zugeleitet wurde, von der Strombewegung abgeschnitten. Die Bucht war durch den vorgelegten Damm zu einem See umgestaltet (dem sog. Delta), und dieser See, welchem bei niedrigem Wasserstande nur durch eine im Damm offen gelassene Stelle, bei hohem Wasserstande auch

durch Ueberspülung des Dammes Wasser aus der Düna zuströmte, hatte nunmehr die Aufgabe, die Stadt mit Genuss- und Gebrauchswasser zu versorgen. Im Allgemeinen erfuhr das Wasser im sog. Delta wenig Bewegung und gewann, bevor es in die Leitung trat, Zeit zur Abklärung. Bei diesem Ruhezustande des Wassers war aber der Befürchtung Raum gegeben, dass gesundheitsschädliche Organismen, welche von der Strömung in der Düna fortgeschwemmt werden konnten, im sog. Delta zu ungehinderter Entwicklung gelangen würden, und zur Verhütung hieraus für den öffentlichen Gesundheitszustand erwachsender Gefahren hielt man, namentlich von Seiten der Medicinalobrigkeit, für angezeigt, dass der Sammelbrunnen des Wasserwerks durch einen gedeckten Canal mit der freiströmenden Düna in Verbindung gebracht werde. So kam denn, nicht ohne Pression von oben, ein Beschluss der Stadtverordnetenversammlung vom 30. Juli 1892 dahin zu Stande, dass

für Herstellung eines gedeckten gemauerten Canals vom Sammelbrunnen des Wasserwerks bis zur freifliessenden Düna bei Kengeragge aus dem Reserve-Capital des Gas- und Wasserwerks die Summe von 35,000 Rbl. anzuweisen sei.

Der neue Zuleitungscanal wurde noch im Jahre 1892 gebaut und hat seitdem nicht ohne zeitweilige Unterbrechung die Möglichkeit geboten, Wasser in die Stadt zu befördern, welches bis zu seiner Entnahme der Strombewegung unterworfen ist. Dass dasselbe Vorzüge vor dem Deltawasser besitzt, haben chemische Analysen nicht constatirt. Noch weniger liesse sich nachweisen, dass aus diesem Wasser in den Leitungsröhren weniger Stoffe abgelagert werden, als zuvor aus dem Deltawasser. Die Herstellung des neuen Canals hat auch nicht einmal dazu geführt, die Befürchtungen

niederzukämpfen, welche vor seiner Herstellung mit dem Genuss des Leitungswassers verbunden wurden. Denn als in der zweiten Hälfte des Jahres 1892 und im darauffolgenden Jahre in Riga die Cholera auftrat, wurde von officieller Seite gewarnt, Dünawasser, wo immer dasselbe geschöpft sein mochte, in ungekochtem Zustande zu geniessen, und das aus der Gegend von Kengeragge entnommene Leitungswasser erfreute sich beim Publicum keines besseren Credits, als ehemals das Deltawasser.

Dieses voraussehend, kam im November 1892 die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks auf ihren früheren Antrag zurück, dass möglichst bald ein Beschluss der Stadtverordnetenversammlung über eine Grundwasserversorgung oder über die Anlage eines Filtrationswerkes herbeigeführt werden möge, damit es möglich wäre, im folgenden Frühjahr vorbereitende Arbeiten in Angriff zu nehmen (Schreiben vom 26. November 1892, Nr. 236).

Das Stadtamt, welches eben erst das technische Gutachten der Bauamtscommission der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks zur Gegenäusserung zugefertigt hatte, hielt es aber nicht für angezeigt, vor Eingang der Gegenäusserung eine Entscheidung der Stadtverordnetenversammlung herbeizuführen. Um so eifriger war die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks bemüht, die Bedenken fortzuräumen, welche von der Bauamtscommission ihren Anträgen entgegengestellt waren. Es wurden Pläne und Zeichnungen zur Beurtheilung des alten Wasserwerks und detaillirte Anschläge für projectirte Neuanlagen angefertigt, und das in dieser Weise ergänzte Material dem Stadtamt zur Verfügung gestellt (Schreiben vom 3. Juni 1893, Nr. 147).

Zur Herbeiführung einer Entscheidung der Stadtverordnetenversammlung über die Grundwasserversorgung konnte indessen das vorhandene Material kaum ausreichen,

weil es detaillirte Kostenanschläge weder für eine Grundwasserversorgung, noch für ein Filtrationswerk in sich schloss. Daher trug die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks beim Stadtamt (3. Juni 1893) darauf an, dass erfahrene Techniker beauftragt werden mögen, einen detaillirten Plan für Versorgung Rigas mit Grundwasser und einen detaillirten Plan für Versorgung Rigas mit filtrirtem Dünawasser, unter Zugrundelegung einer Maximalleistung von 240 S.L., auszuarbeiten. Für Ausarbeitung des Planes einer Grundwasserversorgung brachte die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks den Ingenieur Thiem, für Ausarbeitung des Projectes einer Versorgung mit filtrirtem Dünawasser den Oberingenieur Agthe in Vorschlag. Die Kosten solcher Projectirungen schlug sie vor, aus dem Reservefond des Gas- und Wasserwerks zu decken.

Im Stadtamt hielt man aber die Bestellung der Projecte nicht für angezeigt. Einerseits wurde befürchtet, dass das Bellenhofsche Grundwasser für die Wasserversorgung Rigas qualitativ und quantitativ sich als unzureichend erweisen könnte, andererseits war man mindestens darüber im Zweifel, ob die Filtration des Dünawassers genügende Garantie für Gewinnung eines durchaus unschädlichen Genusswassers bieten würde. Einer Entscheidung für eine Grundwasserversorgung oder für Erbauung einer Filtrationsanstalt würden (nach Ansicht des Stadtamts) noch weitere zeitraubende Erhebungen voranzuschicken sein, und bis zu ihrer Vollendung liesse sich die (auch vom Stadtamt) als dringend erkannte Verbesserung des bestehenden Wasserwerks nicht hinausschieben. In solcher Erwägung beschloss das Stadtamt, bei der Stadtverordnetenversammlung zunächst nur für die Verbesserung des alten Wasserwerks (mit unfiltrirtem Dünawasser) einzutreten und die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks aufzufordern, vorbereitende Arbeiten

für die Erweiterung des alten Werks in dem Masse, als es das thatsächliche Bedürfniss des auf dem rechten Dünaufer belegenen Theils der Stadt erheischen würde, auszuführen. (Prot. des Stadtamts v. 13. Dec. 1893 u. v. 31. Jan. 1894.)

Um die Sache schneller, als es bei der viel in Anspruch genommenen Zeit des Directors Salm möglich war, zu fördern, übertrug die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks die einschlägigen Untersuchungen, Berechnungen und Projectirungen auf den Docenten am Polytechnikum K. Wladi-mirow. Dabei sollte er ins Auge fassen:

- 1) eine Versorgung der Stadt mit nicht filtrirtem Düna-wasser;
- 2) die Erweiterung der maschinellen Anlagen bis zu einer Leistungsfähigkeit von 240 S.L. (im Maximum);
- 3) eine Correctur des vorhandenen Rohrsystems zur Bewirkung gleichmässiger Hebung des Wassers zur Höhe von mindestens 20 Meter über Pflaster;
- 4) die Festsetzung des für ein Hochdruckreservoir erforderlichen Rauminhalts und die Bestimmung des für Errichtung des Hochdruckreservoirs geeigneten Platzes;
- 5) die Ausdehnung des Wasserversorgungsgebietes auf bisher nicht versorgte Theile der Petersburger und Moskauer Vorstadt.

Ausserdem wurde der Wunsch ausgesprochen, dass bei dem Project möglichst darauf Rücksicht genommen werde, dass, wenn von der Stadtverordnetenversammlung der Ueber-gang zur Grundwasserversorgung oder zur Filtration des Düna-wassers beschlossen werden sollte, die neu zu projectirenden Anlagen auch im Anschluss an das neue System zur Verwendung kommen könnten; ferner dass die Kosten der zu projectirenden Neuanlagen sich im Rahmen disponibler Mittel im Betrage von ca. 250,000 Rbl. bewegen möchten.

Im März 1895 gelangten die sehr umfangreichen Arbeiten des Herrn Wladimirow, nachdem sie eingehend in der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks geprüft worden waren, an das Stadtamt, am 1. Mai 1895 wurde über sie der Stadtverordnetenversammlung berichtet.

Die Erneuerung und Erweiterung der maschinellen und Dampfkesselanlagen der Pumpstation des hiesigen Wasserwerks bildet nur einen Theil der Projectirungen des Herrn Wladimirow. Sie haben demnächst die Errichtung eines Hochdruckreservoirs und die Correctur des Rohrnetzes zum Gegenstande, wobei der Uebergang zu einer Grundwasserversorgung im Auge behalten und den Varianten Rechnung getragen wird, welche sich ergeben, je nachdem die Zuleitung des Grundwassers, unter einmaliger Hebung desselben an der Entnahmestelle, direct zum Hochdruckreservoir stattfinden, oder eine Hebung an der Entnahmestelle nur in dem Masse auszuführen sein würde, als zur Förderung des Grundwassers bis zur alten Pumpstation an der Düna erforderlich wäre, um alsdann erst an dieser Stelle durch nochmalige Hebung zur Stadt befördert zu werden.

Von diesen beiden Varianten sagt Herr Wladimirow in seiner Vorlage: In dem einen (zuletzt erwähnten) Falle bleibt die ganze Anlage dauernd verwendbar, nur die Vorkehrungen zur Entnahme des Flusswassers werden überflüssig, resp. verbleiben als äusserste Reserve für den Fall einer Betriebsstörung in der Zuleitung. Zu bedenken bleibt dabei, dass durch die zweimalige Hebung die Betriebskosten vergrößert werden. — In dem andern Falle würde es voraussichtlich am vortheilhaftesten sein, das Zuleitungsrohr in möglichst gerader Linie in den Consumschwerpunkt zu führen, wobei der Strang die Peripherie der Stadt in der Nähe des Alexanderthores erreichen würde. Die Maschinenanlage an der alten Stelle verliert dann ihre Bedeutung,

die Correction des Rohrnetzes der Stadt muss von ganz anderem Gesichtspunkt aus durchgeführt werden, und nur für das Reservoir lässt sich ein Standort bezeichnen, welcher für beide Fälle geeignet erscheint.

Herr Wladimirow bezeichnet demnächst eine wirthschaftliche Abwägung der beiden erwähnten Modalitäten ohne Vertiefung in das Grundwasserproject als nicht möglich; zugleich aber hebt er Folgendes hervor: Um das vorhandene Wasserwerk aus seinem beängstigend mangelhaften Zustande quantitativ auf die Höhe zu erheben, welche, abgesehen von der Beschaffung besseren Wassers, von ihm verlangt werden muss — dazu gehören Anlagen, welche rund eine halbe Million nothwendig machen. Anlagen von solchem Werthe können kaum als Provisorium aufgefasst werden; sie müssen, wenn sie zur Ausführung gelangen, zielbewusst als Bestandtheil des zukünftigen Systems auftreten. Dass es an massgebender Stelle recht bald gelingen möge, über den endgiltigen Modus der Wasserversorgung schlüssig zu werden, sei wünschenswerth. Das unfiltrirte Dünawasser führe eine Menge ablagerungsfähiger Stoffe mit sich, welche in den Röhren niederschlagen und dieselben verschlammen. In den vorhandenen Strängen liessen sich Querschnittsverengungen von 10 bis 40% nachweisen. Wenn man also neue Rohre verlege, ohne für ein reineres Wasser Sorge zu tragen, müsse man gewärtig sein, die Rohre in verhältnissmässig kurzer Zeit entwerthet zu sehen, da eine spätere Reinigung derselben zwar unter Umständen möglich, aber stets mit Schwierigkeiten und nicht geringen Kosten verknüpft sei. Der Befund in den Schlammtöpfen der Wassermesser, welche bei der Untersuchung der Rohre zur Verwendung gekommen, habe die denkbar widerwärtigste Zusammensetzung gezeigt. Ausser anorganischen Substanzen und kleinen todtten Fischen seien lebende Schnecken und Wasserasseln in

erschreckender Anzahl vorhanden gewesen — ein Beweis, dass diese Lebewesen in den mit unreinem Flusswasser und mit Schlamm angefüllten Röhren vorzügliche Existenzbedingungen finden.

Die Kosten der von ihm projectirten Reorganisation des bestehenden Wasserwerks (mit unfiltrirtem Dünawasser) berechnet Herr Wladimirow, je nach Berücksichtigung der einen oder anderen Variante, auf 520,523 Rbl. bis zu 578,026 Rbl.

Die Ansicht Wladimirows, dass es bei Aufwendung so bedeutender Mittel zum Zweck der Erhöhung quantitativer Leistungsfähigkeit des bestehenden Wasserwerks sich nicht um ein blosses Provisorium handeln könnte, die neuen Anlagen vielmehr Bestandtheile auch des künftigen, etwa mit Grundwasser die Stadt versorgenden Werks bilden müssten, fand im Stadtamt vollste Zustimmung. Consequenter Weise musste sich das Stadtamt von einem Projecte der Grundwasserversorgung mit einmaliger Hebung des Wassers (an der Entnahmestelle) ein für allemal lossagen, während die Frage, ob überhaupt zu einer Grundwasserversorgung, und zwar speciell zu einer solchen mit zweimaliger Hebung des Wassers, überzugehen sei, bei Ausführung der Wladimirow-schen Projecte offen gelassen werden konnte.

Die Correction des Rohrnetzes, im Zusammenhang mit dem Project der Grundwasserversorgung, einer späteren Beschliessung vorbehaltend, beantragte in der Stadtverordnetenversammlung vom 1. Mai 1895 das Stadtamt die Anweisung nur derjenigen Mittel (aus dem Reservefond des Gas- und Wasserwerks), welche erforderlich waren, um die Maschinen und Kessel der alten Pumpstation zu erneuern, d. h. 116,025 Rbl., und zwar sollten mit dieser Summe die Kosten gedeckt werden:

- für ein Maschinen- und Kesselhaus nebst Schornstein,
„ zwei Dampfpumpen,
„ zwei Dampfkessel,
„ eine Speisepumpe nebst Verbindungsrohren,
„ Einrichtung des Maschinenhauses,
„ eine Rohrleitung ausserhalb der Gebäude,
„ eine Rohrleitung zum 16“ Hauptrohr und
„ Bauleitung.

Die Stadtverordnetenversammlung beschränkte sich aber nicht auf Bewilligung der dem Capital des Gas- und Wasserwerks zu entnehmenden 116,025 Rbl. für Erneuerung der Maschinen und Kessel des bestehenden Wasserwerks, sondern es beschloss gleichzeitig auch,

der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks aufzutragen, diejenigen vorbereitenden Arbeiten zur Ausführung zu bringen, welche erforderlich sein würden, um ein Detailproject nebst Kostenanschlag für Versorgung der Stadt mit Grundwasser mit Hilfe des bestehenden Wasserwerks anfertigen zu lassen.

Um die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks darüber nicht im Zweifel zu lassen, durch welche weiteren Arbeiten die Anfertigung eines Detailprojects und Kostenanschlages für die Grundwasserversorgung vorbereitet werden sollte, eröffnete ihr das Stadtamt, dass sie möglichst genau festzustellen habe, welche Landstrecke unumgänglich erforderlich sein werde, um diejenige Quantität Grundwassers zu gewinnen, die zur genügenden Versorgung aller auf dem rechten Dünerufer belegenen Stadttheile nöthig sei, dass sie ferner zu ermitteln habe, unter welchen Bedingungen der Besitzer des Grundstückes, auf welchem das Wasser gewonnen werden könnte, darauf eingehe, der Stadt die Wasserentnahme einzuräumen, damit erforderlichen Falles das Recht zur Wasserentnahme vertragsmässig von ihm erworben

werde, und dass endlich die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks zu untersuchen habe, welcher Platz sich am meisten zur Erbauung eines Hochdruckbassins eigne, das allen Ansprüchen sowohl im Falle einer Grundwasserversorgung, als auch bei weiterer Versorgung der Stadt mit Flusswasser genügen würde.

Auf diese Weise wurde durch den Beschluss der Stadtverordnetenversammlung vom 1. Mai 1895 die Frage der Grundwasserversorgung Rigas noch einmal in das Stadium der Vorberathung zurückversetzt. Vielleicht hätten sich die Stadtverordneten entschlossen, die Grundwasserversorgung sogleich projectiren und nicht weiter discutiren zu lassen, wenn damals, als diese Frage an sie herantrat, nicht schon dafür gesorgt gewesen wäre, dass die städtische Bevölkerung ein besseres Trinkwasser geniessen konnte. Denn zufolge Beschlusses der Stadtverordnetenversammlung vom 24. November 1894 sollten in der Stadt und ihren Vorstädten für Rechnung des Gas- und Wasserwerks 30 bis 40 neue artesische Brunnen, wo solches von der Sanitätscommission am meisten für angezeigt erachtet wurde, hergestellt werden, und diese gegenwärtig nahezu beendeten Arbeiten hatten am 1. Mai 1895 bereits ihren Anfang genommen.

Behufs Erörterung der vom Stadtamt nach dem Stadtverordnetenbeschluss vom 1. Mai 1895 gestellten Fragen zog die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks zu ihren Verhandlungen die Herren Stadtrath J. Pander, Oberingenieur Ad. Agthe und Docent Wladimirow hinzu. Der in dieser Weise verstärkte Berathungskörper fühlte sich aber nicht der Aufgabe gewachsen, von sich aus ein Gutachten darüber abzugeben, ob das für die Wasserversorgung in Aussicht genommene Grundwasser, nachdem in Bellenhof durch Beseitigung einer Mühlenstauung eine nicht unbe-

deutende Senkung des Grundwasserspiegels stattgefunden hatte, für den städtischen Wasserbedarf ausreichen werde. Man berief daher zur Prüfung dieser Frage aus Leipzig den Ingenieur Baurath Thiem. Seine Untersuchungen und seine am 1. December 1895 schriftlich abgegebenen Erörterungen sind insofern von grösster Bedeutung, als sie dem Zweifel an zureichender Ergiebigkeit und Nachhaltigkeit des in Frage stehenden Grundwassers den Boden entzogen haben.

Auf die Frage:

„Ist auch unter gegenwärtigen Verhältnissen mit Bestimmtheit anzunehmen, dass innerhalb der Grenzen des Gutes Bellenhof die für die Versorgung der Stadt Riga erforderlichen Quellwasserquantitäten (240 S.L.) zu gewinnen sein werden?“

hat Herr Thiem mit einem entschiedenen Ja geantwortet. Hierbei hat er ausgeführt, warum die Senkung des Wasserspiegels der Ergiebigkeit des zu erschliessenden Grundwasserstroms nicht Abbruch thut, und demnächst hervorgehoben:

Er habe in jüngster Zeit für die Städte Essen, Dessau und Eulenburg hydrologische Untersuchungen ausgeführt und dabei gefunden, dass eine Entfernung von 80 bis 150 m zwischen der Fassungsanlage und dem Flussufer hinreiche, um dem in den Untergrund eintretenden Flusswasser der Ruhr bezw. der Mulde alle Eigenschaften des Grundwassers zu verleihen, also Bacterienfreiheit, Klarheit und constante Temperatur. Für Essen stütze sich das neue Project auf diese Art der Umwandlung von Fluss- in Grundwasser. Dies sei indessen nur in besonderen Fällen und unter sehr günstigen Nebenumständen auf die Dauer möglich und sei keineswegs Regel.

An den südlichen Seeufern (des Weissensees) seien aber diese Vorbedingungen erfüllt. Da ferner mit dem

Besitz des Gutes Bellenhof auch die freie Verfügung über die Seen (grosser und kleiner Weissensee) verbunden sei, so könnte durch eine Schütz^{erz}vorrichtung im Ausflussgraben der Seen deren Abflussmenge geregelt und verkleinert und zur Grundwassererzeugung verwendet werden. Lediglich deshalb werde auf diese Art der Grundwassererzeugung hingewiesen, um eine Antwort auf die Frage zu geben: Woher ist das Wasser zu beschaffen, wenn der Bedarf der Stadt etwa auf 600 S.L. gestiegen sein wird? An der dauernden Filterfähigkeit der Seesohle sei nicht zu zweifeln; der freie Dünensand werde, wie die örtliche Beobachtung lehre, schon durch unbedeutenden Wellenschlag umgearbeitet, und starke Winde machen ihre Wirkung auf Grund von anderweitigen Beobachtungen bis in die Tiefen von 5 bis 6 Meter geltend. Unorganischer Schlamm sei auf dem Seeboden und dem Ufer nicht vorhanden, und organische Masse vermöge die Filtrirfähigkeit nicht aufzuheben.

Im Besitz des Gutes Bellenhof liege somit nach allen diesen Auseinandersetzungen die sichere Gewähr für den dauernden Bezug des für die Stadt nöthigen Versorgungswassers.

Ehe noch Herr Thiem das auf örtliche Untersuchung und wissenschaftliche Demonstration gestützte Gutachten dahin abgegeben hatte, dass das in den Grenzen des Gutes Bellenhof erschliessbare Grundwasser unter allen Umständen zur Versorgung der Stadt Riga mit gutem Leitungswasser ausreichen müsse, hatte die durch Hinzuziehung der Experten verstärkte Verwaltung des Gas- und Wasserwerks neue Verhandlungen mit dem Besitzer von Bellenhof über die Bedingungen angeknüpft, unter welchen die Grundwasserentnahme gestattet werden würde. Unabhängig von der ihr ertheilten Erklärung, dass ein solches Recht von der Stadt Riga nur durch den Ankauf des ganzen Gutes werde erworben werden können, war auch die Verwaltung

zu der Ueberzeugung gekommen, dass die Stadt auf keinem anderen Wege zur sicheren Exploitation der vorhandenen Wasservorräthe werde gelangen können. Hierüber sowie über das zuvor erwähnte Thiemsche Gutachten berichtete die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks dem Stadtamt noch vor dem Schlusse des Jahres 1895 (Schreiben vom 15. December 1895 Nr. 243) bei dem Antrage, dass nunmehr die Stadtverordnetenversammlung veranlasst werden möge, sich im Princip für den Uebergang zur Quellwasserversorgung zu entscheiden und eventuell den Ankauf des Gutes Bellenhof zu beschliessen, wobei die Frage über den Weg, auf welchem die Zuleitung des Grundwassers zu erfolgen hätte, erst nach genauer Untersuchung des dabei zu berücksichtigenden Terrains zu erledigen sein würde. Diesem Antrage hat das Stadtamt aus Gründen, welche sich aus Nachstehendem ergeben werden, bisher nicht entsprochen.

Schon in seinem Bericht vom Jahre 1883 hatte Thiem die Frage nicht umgehen können, zu welchen constructiven Massnahmen und Anordnungen die Benutzung der neuen Bezugsquellen für die Rigasche Wasserversorgung werde führen müssen. Hierbei hatte er für den Fall, dass bei der Fassungsanlage eine Hebung des Wassers nur bis zu derjenigen Höhe erfolgen würde, welche einen freien Abfluss des Wassers bis zur Stadt ermöglicht, und die Erzeugung des zur Versorgung nöthigen Druckes durch eine zweite Hebung in der gegenwärtigen Pumpstation zu bewirken wäre, mit Rücksicht auf die orographischen Verhältnisse es für möglich befunden, das Wasser auf einer Strecke von 8200 Metern in einer gemauerten Canalleitung zur Stadt zu führen, so dass nur noch für 2000 Meter eine Gussrohrleitung erforderlich sein würde. Unter Berücksichtigung dieser Factoren hatte Thiem im Jahre 1883 die Ausführungskosten für die Wasserfassung, 2 Dampfmaschinen à 25 Pferde-

kräften, ein Ausgleichsbassin etc. approximativ auf 452,000 Rbl. veranschlagt.

Bei seiner letzten Anwesenheit in Riga wurde Thiem abermals vor die Frage gestellt, wie hoch annähernd die Kosten für Zuleitung des Bellenhofschen Quellwassers in der Quantität von 240 S.L. zur gegenwärtigen Pumpstation zu veranschlagen wären (Kosten der Anlage, nicht des Betriebes). In Beantwortung dieser Frage führte nunmehr Herr Thiem aus, dass, wenn er die Entwicklung der Angelegenheit in der Hand behalten hätte, er alsbald zu der Erkenntniss gelangt wäre, dass eine gradlinige Durchführung der Canalleitung zum bestehenden Wasserwerke, wie er sie sich ursprünglich gedacht, wegen der vorliegenden Moore unausführbar sei; es sei daher ein Umweg über die Alexanderpforte und an Stelle der Canalleitung eine Gussrohrleitung in Anschlag zu bringen, und durch den Umweg und durch Wechsel des Leitungsmaterials werde ein Unterschied in den Kosten von 330,000 Rbl. bedingt. Demnächst bringt Thiem einen Kostenzuwachs in Rechnung, welcher durch Verlegung des Fassungsortes (mit Rücksicht auf die Spiegelsenkung des Weissensees) nach einem entfernteren Punkte bewirkt wird, und noch einen Kostenzuwachs, welcher bei der Anlage der Brunnen (mit Rücksicht auf die durch den Versuchsbrunnen gewonnene Erfahrung) eintreten müsste, und dergestalt gelangt er (bei dem Bemerken, dass es sich nur um Grundzüge handle, die nicht mit einem auszuarbeitenden Projecte zu verwechseln seien) zu Ausführungskosten im Betrage von 1,032,000 Rbl.

Diesen Kosten, bei welchen es sich um die Wasserzuleitung zur alten Pumpstation handelt, werden nun von Herrn Thiem diejenigen Kosten gegenübergestellt, auf welche er mit 1,035,600 Rbl. eine Grundwasserleitung mit

einmaliger Hebung (bei vollständiger Aufhebung der alten Pumpstation) veranschlagt, und daran knüpft er den Vorschlag, dass sich die Stadt für eine Grundwasserversorgung mit einmaliger Hebung des Wassers entscheiden möge, da bei dieser Ausführungsart nicht allein der Aufwand für Verbesserung der alten Pumpstation, sondern alljährlich auch beträchtliche Betriebskosten erspart werden würden.

Als Herr Baurath Thiem mit diesem Vorschlage heraustrückte, waren die eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Pumpstation bezweckenden Arbeiten noch nicht in Angriff genommen. Noch hätte man, ohne dadurch einen Verlust zu erleiden, auf seinen Vorschlag eingehen können. Das Stadtamt war indessen der Meinung, dass eine Entscheidung der Stadtverordnetenversammlung über eine Grundwasserversorgung in der kurzen Zeit, in welcher man sich noch mit der alten Pumpstation ohne deren Erneuerung behelfen konnte, nicht würde erfolgen können, und daher liess es die Erneuerungsarbeiten ausführen. Die Controverse, ob Riga eine Quellwasserversorgung mit einmaliger Hebung oder mit zweimaliger Hebung des Wassers anzustreben habe, war hiermit aus der Welt geschaffen. Dagegen wurde im Stadtamt von unerwarteter Seite von Neuem die Frage angeregt, ob nicht zur Versorgung der Stadt Riga geeignetes Quellwasser, so gut wie auf Bellenhofschem Grunde, auch auf dem der Stadt Riga gehörigen Terrain zwischen der Düna einerseits und dem Stint- und Jägelsee andererseits in Aussicht zu nehmen sei. Es geschah dies durch den Forstmeister Ostwald in seiner dem Stadtamt mitgetheilten „Kritik der Thiemschen Untersuchungen“. Unter solchen Umständen hielt es das Stadtamt nicht für angezeigt, den Ankauf des Gutes Bellenhof bei der Stadtverordnetenversammlung zu vertreten, bevor die Ostwaldschen Ansichten eingehender Prüfung unterzogen waren. Während

Herr Ostwald die Ansicht vertritt, dass das Nichtvorhandensein reichhaltigen Grundwassers auf dem von ihm bezeichneten Gebiete zwischen der Düna und dem Stint- und Jägelsee durch Herrn Thiem nicht genügend nachgewiesen sei, und daher durch Niederbringung von Bohrlöchern, sowie durch Pumpversuche das Vorhandensein und die Ausgiebigkeit des Grundwassers auf eben diesem Gebiete zu ermitteln sei, hat Herr Thiem weitergehende Untersuchungen nach angegebener Richtung für ausgeschlossen erachtet und auf Argumente des Herrn Ostwald näher einzugehen für möglich nicht erachtet. Die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks hat sich von den Seitens des Herrn Ostwald angeregten Untersuchungen keinen Nutzen versprechen können und darauf aufmerksam gemacht, dass sie mit grossen Kosten verknüpft sein würden. Angesichts des schwerwiegenden Interesses der Stadt an der Auffindung zur Stadtversorgung geeigneten Grundwassers auf dem von Herrn Ostwald angedeuteten Terrain hat indessen das Stadtamt eine wissenschaftliche Beurtheilung der Ostwaldschen Ansicht durch den Warschauer Professor der Mineralogie Lagorio veranlasst und, als diese Beurtheilung nicht zu Ungunsten Ostwalds ausgefallen war, an die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks die Frage gerichtet, ob sie es nicht für möglich halte (Prot. v. 18. Nov. 1896), in kürzester Zeit auf dem Terrain zwischen dem Stintsee und der Düna Untersuchungen über das Vorhandensein von Grundwasser zu veranstalten.

Herr Professor Lagorio spricht sich in seinem Gutachten dahin aus, dass die von Herrn Thiem auf Grund seiner geologischen Daten gezogene Schlussfolgerung auf Wasserarmuth der Gegend nordöstlich der Stadt, resp. auf Wasserergiebigkeit der Gegend am Weissensee auf wissenschaftliche Exactheit nicht Anspruch machen könne. Nach

Lagorios Ansicht lässt sich hier nur auf rein practischem Wege ausgedehnter Untersuchungen (Bohrungen) und Versuche die Wasserergiebigkeit bestimmen. Lasse sich gegenwärtig auch nicht behaupten, dass auf dem Terrain zwischen der Düna und dem Stintsee Wasser in genügender Menge gefunden werden müsse, so sei doch das Gegentheil noch nicht erwiesen; vielmehr sei kein triftiger Grund einzusehen, warum nicht, ein wasserdurchlässiges Material vorausgesetzt, so gut wie auf dem südöstlichen Ufer der Weissenseen, auch auf dem Terrain zwischen der Düna und dem Stintsee in genügender Quantität Wasser gefunden werden könnte.

Es sind Schritte geschehen, um eine geeignete Kraft für die in Rede stehenden Untersuchungen zu gewinnen; sie können aber nicht vor dem Frühjahr 1897 begonnen werden, und der Zeitpunkt ihres Abschlusses ist ungewiss.

Lag es in der Absicht der Stadtverordnetenversammlung (Beschluss vom 1. Mai 1895), diejenigen Arbeiten, welche, ausser der Erneuerung der Dampfessel- und Maschinenanlage, zur Erhöhung der quantitativen Leistungsfähigkeit des alten Wasserwerks nach dem Wladimjrowschen Project geboten waren, erst im Zusammenhange mit dem Project der Grundwasserversorgung zum Gegenstand der Beschliesung zu machen, so konnte hieran nicht festgehalten werden, nachdem durch die Ostwaldsche Kritik der Thiemschen Untersuchungen gegen das vorliegende Grundwasserversorgungsproject Bedenken geweckt waren, deren endgiltige Erledigung von neuen zeitraubenden Untersuchungen abhängig ist.

Angesichts der täglich wachsenden Ansprüche an das Wasserwerk war ein längerer Aufschub der zur Erhöhung der quantitativen Leistungsfähigkeit desselben nothwendigen Correction des Rohrnetzes und Erbauung eines Hochdruckbassins nicht möglich. Noch im Herbst 1896 kam die Ver-

waltung des Gas- und Wasserwerks bei dem Stadtamte mit dem Vorschlage ein, dass die Ausführung des zweiten Theils des Wladimirowschen Projects, unabhängig von dem Projecte einer Grundwasserversorgung, alsbald beschlossen werden möge, und auf Antrag des Stadtamts wurde von der Stadtverordnetenversammlung (11. November 1896) zum Beschluss erhoben:

die Erweiterung und Regulirung des bestehenden Rohrnetzes und die Erbauung zweier Hochdruckreservoirs in Ausführung zu bringen und zur Deckung der dazu erforderlichen Mittel, mit Genehmigung der Staatsregierung, eine aus den Einnahmen des Gas- und Wasserwerks, unter Garantie der Stadt, zu verzinsende und nach Bankregeln zu tilgende Anleihe von 500,000 Rbl. zu contrahiren.

Der Zeitpunkt, in welchem das Wasserwerk seinem ganzen Versorgungsgebiete in ausreichender Quantität und mit genügendem Druck Wasser zuzuführen vermag, wird nicht lange auf sich warten lassen. Hoffentlich wird auch die Qualität des geförderten Wassers nicht dauernd zur Unzufriedenheit Anlass bieten.

Riga, im November 1896.

E. v. Boetticher.

- 1. A. Thiem: Bericht über die neuen Bezugsquellen für Wasserversorgung der Stadt Riga;** bearbeitet im Auftrage der Verwaltung der ständischen Gas- und Wasserwerke. Riga 1883. Als Manuscript gedruckt. 8^o. 100 Seiten und 1 Tafel.

Gegenwärtiger Zustand.

Unter Benutzung der seit Eröffnung des Wasserwerks (1864) bis zum Betriebsjahre 1881/82 vorliegenden Zahlen des Consums an unfiltrirtem Dünawasser wird vom Verfasser — unter Voraussetzung der Ausführung einer umsichtigen Controlle über den Verbrauch — ein Jahresconsum von 3,5 Millionen Cubikmeter = 9600 Tagescubikmeter = 111 Sekundenliter berechnet. Legt man das mittlere Verhältniss 1 : 1,30, wie es sich in Riga zwischen durchschnittlichem und maximalem Tagesbedarf gefunden hat, zu Grunde, so ergeben sich 144 sl, welche durchschnittlich am Tage des Maximalconsums zu liefern sind. Um nun das muthmassliche Wachsthum der Bevölkerung mit in Rücksicht zu ziehen — die Grundlagen für eine einigermaßen zuverlässige Wahrscheinlichkeitsrechnung waren nicht zu beschaffen — wird eine Erhöhung der Leistung des Wasserwerks um 60—66% der im Betriebsjahre 1881/82 beobachteten in Aussicht genommen und demnach eine Lieferung von 230 bis 240 sl als technisch und finanziell angemessen erachtet.

Filtration des Wassers.

Nach Betonung dessen, dass die Zahl derjenigen Werke, welche unfiltrirtes Flusswasser zur Vertheilung bringen, eine kaum nennenswerthe ist, und dass es vorerst nahe läge, zu der mehrorts ausgeführten Methode der Wasserverbesserung durch centrale Sandfiltration auch in Riga als der einfachsten und am schnellsten zum Ziele führenden überzugehen, heisst es weiter:

„Ich stehe nun nicht an zu behaupten, dass ein künstlich filtrirtes Flusswasser wohl lediglich vom chemischen Standpunkt aus, d. h. auf Grund der Zahlen der Analyse, als Trinkwasser bezeichnet werden kann, niemals jedoch vom physikalischen aus.“

„Ferner hält der Beweis nicht schwer, dass man gegenwärtig nur in Ermangelung einer besseren Bezugsquelle auf filtrirtes Flusswasser zurückgreift, mag nun dieser Mangel effectiv vorhanden sein, oder nur in den Anschauungen des betreffenden Ingenieurs liegen.“

Die Baukosten für eine eventuell als nöthig erachtete Filterfläche von 15,000 qm werden pauschaliter auf 750,000 Rbl. veranschlagt, die jährlichen Betriebskosten auf 2740 Rbl. Dabei bleibt noch zu beachten, dass die durch gelöste organische Verbindungen bedingte Braunfärbung des rohen Wassers selbst durch die sorgfältigste Filtration nicht ganz zu entfernen ist.

Es wird hierdurch dargethan, „dass eine künstliche Filtration des Wassers mit so erheblichen Ausgaben, etwa einer Million Rubel, verknüpft ist, dass eine neue Bezugsquelle, deren Wasser keine Filtration bedingt, sich in bedeutender Entfernung von Riga befinden darf, um den finanziellen Vergleich mit der künstlichen Filtration noch bestehen zu können, und dass es deshalb ein wohl gerecht-

fertigter Beschluss war: auf dem Wege der systematischen hydrologischen Untersuchung Kenntniss von neuen Bezugsorten zu erlangen, deren Entfernung von der Stadt noch innerhalb praktisch nutzbarer Grenzen liegt. Wie sehr man gegenwärtig gewöhnt ist, diese Grenzen weit zu stecken, möge folgende Zusammenstellung zeigen, welche die Länge der Zuleitung einiger Städte in Kilometern angiebt: Paris 134, Wien 100, Frankfurt 77, München 38, Elberfeld 25, Erfurt 21, Danzig 17, Leipzig (Project) 16, Vevey 10.“

Hydrologische Untersuchung der Umgebung von Riga ¹⁾.

„Wenn es sich, wie im vorliegenden Falle, um die Gewinnung von Quantitäten wie 20,000 Tagescubikmeter handelt, steht die hydrologische Forschung und der Quantitätsnachweis auf inductiver Grundlage, und das Versuchsfeld, auf dem sie sich vollziehen, muss derart sein, eine Induction überhaupt zu gestatten. Dieser Anforderung entsprechen aber nur jüngere geologische Gebilde, und diese auch nur bedingungsweise. Es wird stets eine Sache des Zufalls oder des glücklichen Griffes sein, grössere, vorher ungekannte Wassermengen in älteren als diluvialen Formationen aufzufinden; denn so lange die Gesetzmässigkeit nicht erkannt ist, nach der sich Hebungen, Verwerfungen, Spalten und Klüfte, die den Wasserweg bestimmen, gebildet haben und verlaufen, so lange wird es auch unmöglich sein, mit Sicherheit einen hydrologischen Schluss zu ziehen. Wenn

¹⁾ Dieses Capitel wird hier fast vollständig wiedergegeben werden, einerseits weil es grundlegend und die folgenden Autoren sich vielfach auf dasselbe beziehen, andererseits weil die darin niedergelegten Untersuchungsergebnisse Thiems neuerdings eine Anzweiflung auf ihre Allgemeingiltigkeit erfahren haben, wodurch die ganze Wasserfrage Rigas in ein neues Fahrwasser gelenkt worden ist.

es auch thunlich ist, in grossen und allgemeinen Zügen in den Sedimenten, entsprechend der Streichrichtung ihrer Schichtungen, den Wasserzug zu bestimmen, so ist damit dem zu erreichenden praktischen Zwecke, der eine relativ begrenzte Ortsbestimmung verlangt, wenig gedient.“

Es folgt die Angabe einiger bekannter Beispiele, bei welchen unter ganz besonders günstigen Vorbedingungen auf dem Wege der Bohrung aus älteren als quartären Formationen grosse Wassermengen gewonnen worden sind. Dann heisst es weiter:

„Für den wassersuchenden Hydrologen sind nur Alluvium und Diluvium Gebilde, in und auf denen er mit Sicherheit arbeiten und seine Zwecke erfolgreich erlangen kann; nur bei ihnen ist es zulässig, auf Grund einer Reihe von Einzelbeobachtungen einen sicheren Schluss auf das hydrologische Allgemeinverhalten zu ziehen.“

„Je nach Art des mechanischen Vorganges, welcher die Ablagerungen erzeugt, und unberücksichtigt des relativen Alters derselben, lassen sich vier verschiedene Bildungsformen unterscheiden.“

„Es giebt sedentäre, glaciale, fluviale und volatile Ablagerungen, je nachdem sie entweder an Ort und Stelle, wo sie sich gegenwärtig befinden, durch Zertrümmerung und Erosion des Muttergesteins gebildet wurden, oder durch Eis, Wasser oder Luft an ihren gegenwärtigen Lagerplatz geschafft wurden. Die physikalische Beschaffenheit des einzelnen Kornes gestattet fast ausnahmslos einen Rückschluss auf die stattgehabte Transportmethode. Der mechanische Vorgang der Ablagerung solcher Gebilde ist im Allgemeinen ein einfacher und in seiner Gesetzmässigkeit leicht zu erkennender; er vollzieht sich noch heute in einer seinem Studium sehr dienlichen Weise. Nur im Diluvium glacialen Charakters zeigen sich einige Complicationen und

im Zusammenhang damit erleiden auch die hydrologischen Erscheinungen eine bedeutende Einbusse an Gleichmässigkeit und Erkennbarkeit. Das dankbarste Untersuchungsfeld bildet stets die fluviatile Ablagerung, deren Elemente eine gewisse Korngrösse nicht unterschreiten.“

„Das Wasser als flüssiger Körper bedarf zu seinem Zusammenhänge eines Gefässes, und dort, wo dieses fehlt, ist jenes nicht vorhanden. Ein solches Gefäss in seiner einfachsten und erkennbaren Form bilden aber die Zwischenräume der aus Sand oder Kies, Gerölle oder Geschiebe bestehenden Ablagerungen; die ersten Untersuchungsarbeiten haben das Aufsuchen eines solchen Gefässes zum Gegenstande.“

„Die in der Nähe von Riga befindlichen quartären Ablagerungen haben als Träger die mittlere oder Dolomit-Etage der Devon-Formation; die mit Gyps durchsetzten Schichtenköpfe treten im Erosionsthal der Dūna oberhalb des Wasserwerks zu Tage und sind etwas landeinwärts oberhalb der Ankerneeken-Station durch den Steinbruch aufgedeckt. Das Gleiche ist der Fall östlich von Stubbensee, ferner am linken Dūnaufer auf der Sohle eines verlassenen Dūnaarmes bei Steinholm und in den Steinbrüchen, die bei Schlock zwischen dem Bahnkörper und der kurischen Aa liegen.“

„Mit Ausnahme von Steinholm ist der Dolomit überall vom glacialen Diluvium, vom Geschiebelehm, der Grundmoräne der einst von Norden her gekommenen finnischen Gletscher, überlagert; zwischen Geschiebelehm und Dolomit befindet sich keine durchlässige, wasserführende Schicht, die Moräne liegt unmittelbar auf dem Dolomit auf. Zieht man nun eine Verbindungslinie von Stubbensee über die Ankerneeken-Station in der Richtung nach Schlock, so ist das gesammte südlich von dieser Linie gelegene

Terrain als unbrauchbar für Wassergewinnung anzusehen und nur nördlich dieser Linie kann der beabsichtigte Zweck erreicht werden. Das am linken Dünaufer zahlreiche Auftreten der den Geschiebelehm stets begleitenden Findlinge und die auf dieser Flussseite geringe Ausdehnung des möglicher Weise noch günstigen Terrains nach Norden hin, sowie die praktische Rücksicht auf die geographische Lage des weitaus grössten Theils der Stadt am rechten Dünaufer bestimmte die Wahl des specieller zu untersuchenden Gebiets ¹⁾.“

a) Die Seen an der Petersburger Chaussée.

„Wie bekannt, liegen in nordöstlicher Richtung von Riga eine grosse Anzahl von Seen, von denen nur die beiden grössten und zwar zusammenhängenden, der Jägel- und Stintsee, von sichtbaren Strömen, dem grossen und kleinen Jägel, durchflossen werden.“

„Die der Grösse nach zweitbedeutendsten Seen, der kleine und grosse weisse See, hängen ebenfalls zusammen. Ersterer hat keine anderen sichtbaren Zuflüsse, als solche, welche in der unmittelbaren Nähe des Sees ihren Ursprung haben und die an sichtbarer Quantität weit hinter dem Ausfluss des kleinen weissen Sees in den grossen zurückstehen; von letzterem gilt insofern dasselbe, als er mit Ausnahme des unmittelbar aus dem kleinen See fliessenden Speisewassers keine sichtbaren Zuflüsse von irgend wie bedeutender Längenentwicklung empfängt, während sein

¹⁾ Wohl würden sich von Seiten des mit den localen Verhältnissen vertrauten Geologen zu den vorstehenden geologischen Erörterungen einige Correcturen anbringen lassen; doch würden dieselben den durchaus richtigen Kern der Sache nicht tangiren; sie sind nicht von einschneidender Bedeutung, so dass es sich erübrigt, ihrer hier zu erwähnen.

Ausfluss in den Jägel zwischen Jägel- und Stintsee an Quantität seinen sichtbaren Zufluss bedeutend übertrifft.“

„Aus später sich von selbst ergebenden Gründen bildeten diese Seen, sowie deren Nachbarn das erste zu untersuchende hydrologische Object. Die Oberfläche des grossen weissen Sees beträgt 635 ha, diejenige des kleinen 254 ha. Wie aus den Tiefenangaben auf Blatt I hervorgeht, sind beide Seen grosse flache Becken von geringer Tiefenentwicklung; die durchschnittliche Tiefe des grösseren ist etwa 4,5 m, die des kleineren 7,5 m, ihr Inhalt also 28,5 bezw. 19,0 Millionen cbm. In beiden Seen befindet sich eine deutlich ausgeprägte Stromrinne von geringer Breitenentwicklung, deren Lage aus dem betreffenden Plane hervorgeht, und deren Tiefe im grossen See 7,3 m, im kleinen 10,3 m beträgt, bei einer Wasserspiegelcote von 100,9 m entsprechend October 1882. Die genannten Tiefen sind die Maxima aus den vorgenommenen Peilungen.“

„Entsprechend der flachen Beckenbildung ist die Wirkung von Wind und Sturm auf den See eine solche, dass durch sie die Wassermassen bis auf den Grund aufgewühlt werden. Nach meinen Beobachtungen im Würmsee bei München erstreckt sich die mischende Wirkung des Sturmes in diesem See bis auf eine Tiefe von 10 bis 11 m.“

„Am 4. Juni ergab eine Temperaturmessung im grossen weissen See folgende Werthe: Oberflächentemperatur 19,8° C., bei 5,0 m Tiefe 16,5° und bei 7,2 m Tiefe 16,4° C.; am 31. August wurde gefunden: Oberflächentemperatur 17,0° und bei 4,0 m Tiefe 16,9° C. Am 8. Juni wurde im kleinen weissen See gemessen: Oberflächentemperatur 18,5° und an der tiefsten Stelle, in 10,5 m Tiefe, 16,0° C.“

„Im Vergleich mit dem Temperaturgang anderer Seen und in Anbetracht der Jahreszeit zeigen die genannten Zahlen so geringe Differenzen, dass in ihnen der natürliche

Gang der Temperatur in Function der Tiefe keinen Ausdruck findet und die relativ geringen Differenzen zwischen Oberflächen- und Tiefen-Temperatur lediglich der Einwirkung der während der Beobachtungszeit stattgefundenen Stürme zuzuschreiben ist.“

„Die Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers sind ausserordentlich wechselnd; im Frühjahr und Herbst hat die Farbe einen leichten Stich ins Braune und die Durchsichtigkeit ist derart, dass die Sohle in einer Tiefe von 1,5 bis 2,0 m noch leicht erkennbar. Wesentlich anders gestaltet sich die Beschaffenheit zur Zeit der Wasserblüthe im Hochsommer; dann sind die ganzen Seen mit chlorophyllgrünen Algen erfüllt und die Vegetation eine lebhaft entwickelte. Nach beendetem Process sterben die Pflanzen ab, sinken in ihren Resten auf den Seeboden und bedecken denselben in Form einer aus organischen Resten bestehenden Schicht, die auch durch die stattgefundenen Peilungen constatirt wurde. In der Nähe der Ufer fehlt sie jedoch; dort wird sie, durch Winde und Stürme in Bewegung gesetzt, aufgearbeitet und die Ufer zeigen fast ausnahmslos bis weit in den See hinein die unbedeckte Sandoberfläche des Untergrundes.“

Messungen des aus dem kleinen in den grossen weissen See sichtbar abfliessenden Wasserquantums ergaben am 30. Juli, 27. August und 7. October bezw. 155 — 185 — 200 sl. Der Abfluss des grossen Sees treibt in Bellenhof eine Mühle, deren wechselnder Betrieb und die damit verbundenen Stauungen eine exacte Messung verhinderten. Nach Schätzung lässt sich jedoch behaupten, dass die Wassermenge mindestens das Doppelte derjenigen des kleinen Sees beträgt.

„Die Schwankungen der Seespiegel während der Beobachtungsperiode betragen für beide Seen 0,24 m entsprechend

einer Spiegelcote von 101,15 bzw. 101,14 m für den kleinen und grossen See am 11. Mai und 100,91 bzw. 100,90 m am 13. August. Nach Aussage der Uferbewohner und Fischer sollen die Stände dieses Jahres zu den kleinsten bekannten gehören.“

„Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Seen früher von der livländischen Aa durchflossen wurden. Für diese Annahme sprechen die noch jetzt im Seeboden vorhandenen Stromrinnen und die orographische Beschaffenheit des zwischen dem kleinen weissen See und der livländischen Aa liegenden Terrains. Die Aa ist noch jetzt ein seine Ufer stark erodirender Fluss, dessen Spiegel in früheren Epochen eine wesentlich höhere Lage besessen hat, als es gegenwärtig der Fall ist. Zahlreiche Flusserassen kennzeichnen noch heute mit unwiderleglicher Gewissheit die früheren Lagen seines Bettes und zahlreiche Einschnitte und Altwässer in dem jetzt im Uebrigen trockenen Fluss-thale die Richtungen und den Verlauf seiner Strömung. Noch jetzt, October 1882, liegt der Fluss Spiegel, da wo der Fluss oberhalb Ringenberg die scharfe Biegung vollzieht, um 1,3 m höher als der Spiegel des kleinen weissen Sees.“

„Das Terrain zwischen der Aa und dem kleinen weissen See zeigt schon durch seine Oberfläche den Charakter fluviatilen Diluviums; es ist von drei deutlich unterscheidbaren Fluthrinnen von Nordost nach Südwest durchzogen und diese Erscheinungen erleiden nur bei Hollershof in unmittelbarer Nähe des Sees durch Ablagerungen recenten und zwar volatilen Ursprungs eine Unterbrechung. Ferner ist das Abflussbett des grossen weissen Sees von Dimensionen, die wenig im Einklang zu der jetzigen Mächtigkeit des abzuführenden Quantums stehen.“

„Von den sonst vorhandenen Seen mögen nur noch die nächstfolgenden drei grösseren besprochen werden: der

Salles-, Seksche- und Langsting-See. Keiner von ihnen hat sichtbaren Zu- oder Abfluss.“

„Der Sallessee besitzt eine maximale Tiefe von 10,8 m für Ende October 1882, sein Wasser ist mit Ausnahme der Periode der Wasserblüthe farblos und durchsichtig, so dass die Sohle noch bis zu Tiefen von 5,0 bis 6,0 m sichtbar ist. Der Grund dieser Erscheinung ist das Fehlen von Sumpf oder Moor in der unmittelbaren Nachbarschaft des Sees. Eine am 16. Juni vorgenommene Temperaturmessung ergab: Oberflächentemperatur 21,3 ° C., bei 7,0 m Tiefe 13,7 ° und in 11,0 m Tiefe 10,4 ° C.“

„Der See ist demnach von den weissen Seen wesentlich verschieden; er bildet weniger ein flaches Becken, als vielmehr einen Trichter. Der Einfluss von Wind und Sturm auf ihn ist zu vernachlässigen, die geringe Grösse seiner Oberfläche und seine geschützte Lage inmitten des Waldes verhindern ein Aufwühlen seines Inhaltes und aus diesem Grunde ist auch der Gang seiner Temperatur in Function der Tiefe ein von demjenigen der weissen Seen ganz verschiedener. Während in 10,5 m Tiefe im kleinen weissen See 16,0 ° C. gemessen wurden, ergaben sich in 11,0 m Tiefe im Sallessee 10,4 ° C. Die Beobachtungszeiten waren so nahe benachbart, dass ihre zeitliche Differenz namentlich in Anbetracht der grossen Tiefe unerheblich ist. Der Temperaturgang des Sallessees kann im Gegensatz zu dem der weissen Seen als ein ungestörter angesehen werden.“

„Der Sekschensee ist im Maximum 7,3 m tief für Ende October 1882, die Schönheit seines Wassers steht etwa in der Mitte zwischen dem des Sallessees und der weissen Seen, was durch die, wenn auch beschränkte Begrenzung des Sees durch Sumpf und Moor veranlasst wird. Der Gang seiner Temperatur in Function der Tiefe ist nahezu übereinstimmend mit dem des Sallessees, wofür die oben

erwähnten Ursachen als gemeinschaftlich mit dem Sallessee gelten.“

„Eine am 22. Juni vorgenommene Temperaturmessung ergab: Oberflächentemperatur $20,0^{\circ}$ C., bei 6,5 m Tiefe $14,6^{\circ}$ und in 7,5 m Tiefe $13,8^{\circ}$ C.“

„Der Langstingsee ist im Maximum 6,8 m tief für Ende October 1882; sein Wasser steht an Farbe und Klarheit demjenigen der weissen Seen gleich. Eine am 29. Juni vorgenommene Temperaturbestimmung ergab: Oberflächentemperatur $20,3^{\circ}$ C. und bei 7,0 m Tiefe $16,2^{\circ}$ C.“

„Neben den genannten Seen gibt es noch eine grosse Anzahl anderer, welche wie der Wendsche-, der Ottern-, Inge- und der Makke-See von ohngefähr gleicher Grösse wie Salles- und Langstingsee sind; ihre Lage giebt der Plan. Einer besonderen Untersuchung, mit Ausnahme der Feststellung ihrer Spiegelcoten, wurden sie nicht unterzogen, denn es genügen die beobachteten Seen in ihrer Anzahl, Grösse und geographischen Lage vollkommen für die Aufstellung zweckdienlicher Deductionen.“

„Ausser den benannten Wasserbecken befindet sich in dem untersuchten Terrain noch eine sehr grosse Anzahl unbenannter, für welche sogar die Cotirung der Spiegel eine zwecklose Arbeit gewesen wäre.“

„Allen Wasserbecken ist das Constante der Erscheinung eigenthümlich; mögen auch ihre Spiegel schwanken, so sind diese Schwankungen nicht derart, dass der See als solcher austrocknete und ganz verschwände; mag auch der Ausfluss der weissen Seen in seiner Ergiebigkeit sich ändern, so geht er unter ein bestimmtes Mass nie zurück. Die fort dauernde Existenz namentlich der fortwährend Wasser abgebenden weissen Seen ist nur denkbar unter der Annahme einer fort dauernden Versorgung, und da eine solche sich nicht in sichtbarer Weise vollzieht, so muss dies in einer

der directen Beobachtung sich entziehenden Form stattfinden, d. h. die Seen werden durch unterirdisch dauernd zufließendes Wasser existenzfähig erhalten.“

„Dasselbe Argument gilt, wenn auch nicht mit demselben Gewicht, für die abflusslosen Seen. Wenn auch für sie die Regenmenge, welche sie empfangen, ebenso wenig feststeht, als die Verdampfungs- menge, welche sie abgeben, so müssten, selbst wenn beide Mengen je summarisch denselben Werth hätten, sich in den Spiegelhöhen Schwankungen von bedeutender Grösse zeigen. Dass dies nicht der Fall sein kann, zeigt die scharf contourirte Vegetationsgrenze ihrer Ufer. So fiel z. B. in der fast regenlosen Zeit vom 12. Mai bis 13. August der Spiegel des Sallesees um nur 0,27 m, während nach Analogie und beim vorwiegenden Herrschen trockener Landwinde die muthmassliche Verdunstung dieses Mass weit übertroffen haben müsste; dasselbe gilt vom Sökschensee, welcher in der genannten Periode um 0,22 m fiel. Ein allgemeines Sinken des Grundwasserstandes fand gleichzeitig, wenigstens beobachtetermassen in den letzten zwei Monaten der genannten Periode, statt.“

„Der Stand der Seespiegel wird nun aber keineswegs vom Stande des Grundwasserstromes, in welchen sie eingebettet sind, ausschliesslich bedingt; Regenmenge und Verdunstung sind dafür nicht minder massgebend. Nach grossen und anhaltenden Niederschlägen wird sich der Seespiegel über den Stand des ihn versorgenden Grundwassers erheben und Seewasser in den Untergrund eintreten, und nach anhaltender Trockenheit, wenn der Seespiegel durch Verdunstung sich unter den umgebenden Grundwasserspiegel senkt, aus dem Untergrunde Wasser in den See eintreten. Im Allgemeinen und im Beharrungszustande erhalten die kleineren, abflusslosen Seen Grund-

wasser auf der einen Seite und geben es auf der anderen in umgekehrter Weise wieder ab. Der Grundwasserzug wirkt im Allgemeinen regulirend auf die Schwankungen, welche Verdunstung und Niederschlag hervorbringen, und wird diese in nur seltenen Fällen unterstützen. Aus diesen Gründen sind die kleineren Seespiegel nicht Repräsentanten des allgemeinen Grundwasserstromes, obgleich sie mit diesem in Wechselbeziehungen stehen.“

„Die weissen Seen geben nur den kleinsten Theil ihres empfangenen Wassers dem Grundwasserstrom wieder zurück; in der Hauptsache führen sie ihr Speisewasser in sichtbarer Form ab.“

b) Die Bohrungen und ihre Ergebnisse.

I. Quantität.

„Aus all diesen Untersuchungsergebnissen und daraus abgeleiteten Schlüssen war das Vorhandensein eines unterirdischen Stromes qualitativ nachgewiesen; es handelte sich um Bestimmung seiner Quantität.“

„Die Wassermenge, welche ein Grundwasserstrom abführt, ist von denselben Grössen abhängig, wie diejenige eines sichtbar fliessenden Gewässers: vom Gefälle, dem Durchflussprofile und dem benetzten Umfange. Da eine directe Quantitätsmessung eines Grundwasserstromes eine ziemlich kostspielige Untersuchung ist, so wird von jedem einsichtigen Praktiker diese erst dann vorgeschlagen werden, wenn für den Erfolg alle nur erkennbaren, auf leichterem und billigerem Wege erhältlichen und zu untersuchenden Momente gehörig gewürdigt worden sind. Nur auf diesem Wege kommt Methodik und Systematik in den Untersuchungsgang und Enttäuschungen werden vermieden.“

„Es handelt sich demnach bei Beschreibung des indirecten Erkenntnissweges um die Bestimmung der oben genannten drei Grössen.“

„Ist ein durchlässiger Untergrund vorhanden, dessen Zwischenräume mit Wasser von geneigtem Spiegel erfüllt sind, so sind die Bedingungen für Geschwindigkeitserzeugung: Durchflussprofil und Gefälle oder differenten hydraulischer Druck gegeben, und es kann auf Grund einer ganz einfachen Causalität das Wasser sich nicht im Zustande der Ruhe, sondern muss sich in dem der Bewegung befinden; man hat es nicht mehr mit einem Wasservorrath, sondern einer fortlaufenden Ergiebigkeit zu thun.“

„Im dicht bewohnten Terrain geben in den meisten Fällen für die erste Orientirung die Brunnen einen Anhalt über die Gefällsverhältnisse des Grundwasserspiegels.“

„Im vorliegenden Falle fehlte dieses Beobachtungsobject; es wurde nur nothdürftig und bedingungsweise durch die Spiegel der vorhandenen Seen ersetzt, deren Coten nivellistisch bestimmt wurden. Diese Feststellung erstreckt sich auf das Terrain von Riga bis zur livländischen Aa in einer Länge von etwa 20 Werst und von der Jägelmündung in den Jägelsee bis zum Ingesee in einer Breite von etwa 10 Werst. Ausser den zweifelhaften oder vielmehr nicht ganz exact dem Grundwasserspiegel entsprechenden Seespiegeln wurde durch 21 Bohrungen an ausgewählten Plätzen in zweifelloser Weise der Grundwasserspiegel aufgedeckt, nivellistisch bestimmt und einer fortlaufenden Messung unterworfen.“

„Verbindet man auf einer Karte, welche die Ortsangaben der Wasserspiegel enthält, sämmtliche Spiegel von gleicher Höhe über einem angenommenen, gemeinschaftlichen Horizonte durch eine continuirliche, den Verhältnissen sich anpassende Curve, so erhält man die Horizontal-

curve, Isohypse oder Aequidistante des Grundwasserspiegels. Orte gleicher Spiegelhöhe werden selten direct aufgedeckt, sondern in bekannter Weise durch Interpolation aus den benachbarten direct cotirten Spiegeln ermittelt. Mit dem auf diese Weise hergestellten Plane: dem Höhenschichtenplane des Grundwasserspiegels, erhält man einen sicheren und allgemeinen Ueberblick über Gefällsgrösse und Richtung des Grundwasserstromes und somit auch Aufklärung darüber, ob man es mit einem seeartigen Grundwasserbecken mit horizontalem Spiegel oder einem Grundwasserstrom mit geneigter Oberfläche zu thun hat.“

„Für den vorliegenden Fall ist nun ein solcher Höhenschichtenplan für die Umgebung der Seen construiert und auf dem Plane unter dem betreffenden Titel dargestellt worden.“

„Es geht aus diesem Plane hervor, dass innerhalb des Beobachtungsfeldes die Grundwasserspiegel nirgends eine horizontale Lage annehmen, überall Gefälle besitzen, mithin bei der festgestellten Durchlässigkeit des Untergrundes auch überall Geschwindigkeit vorhanden sein muss. Für die weissen Seen ist die Art ihrer Versorgung durch die Lage der Grundwasserhorizontalen nun auch in anderer Weise festgestellt und klargelegt, dass sich die Grundwässer convergirend nach den weissen Seen hinbewegen, mit Ausnahme des südwestlichen Ufers, an welchem eine Strömung nach dem Jägel und mit aller Wahrscheinlichkeit auch Wasserabgabe aus dem See in den Untergrund stattfindet.“

„Aehnliches gilt für den Jägel- und Stintsee.“

„Der höchste in näheren Betracht gezogene Wasserspiegel ist derjenige des Langstingsees; er liegt rund 4,3 bezw. 6,2 m höher als der Spiegel der weissen Seen und des Jägelsees, und es beträgt das Gefälle des Grundwasserspiegels nach diesen Seen hin 2,3 bezw. 1,8⁰/₁₀₀.“

„Diese Gefälle sind relativ recht bedeutend und gehören zu den maximalen der bis jetzt von mir gemessenen. Dasselbe gilt von den Grundwasserströmen, die in südwest-nordöstlicher Richtung dem Jägelsee zufließen. Bedeutend geringer sind die Gefälle der Grundwasserlagen nordwestlich der weissen Seen und eine fast seeartige, aus Mangel an exacten Coten nicht weiter kartographisch behandelte Verflachung scheint sich in dem Terrain nördlich des kleinen weissen Sees bis zur livländischen Aa hin zu entwickeln; dort finden die sichtbaren Seen ein Analogon in der Erscheinungsform des Grundwasserspiegels.“

„Neben der Aufdeckung der Grundwasserspiegel dienten die Bohrungen zur Bestimmung des Durchflussprofils und zwar zunächst zur Feststellung von dessen Tiefe. Es können die Gefällsverhältnisse noch so günstig liegen, sie bleiben ohne praktische Bedeutung, so lange die wasserführende Schicht nicht eine gewisse Mächtigkeit neben grosser horizontaler Entwicklung besitzt. Wenn im vorliegenden Falle in einer Tiefe von wenigen Metern die undurchlässige Sohle, über welche hin der Grundwasserstrom sich bewegt, aufgedeckt worden wäre, so würden in dieser Richtung die Untersuchungen sofort ihr Ende gefunden haben.“

„In der unmittelbaren Nähe der weissen Seen befindet sich eine grosse Anzahl versumpfter Stellen, von denen aus sich unbedeutende Ergüsse in den See entwickeln. Es war zweifelhaft, ob an diesen Stellen ein vorhandener Wasserreichthum oder der dort relativ hochliegende wasserdichte Untergrund die Ursache der Erscheinung war. Aus diesen Gründen fanden die ersten 3 Bohrungen an dem Seeufer statt. Nachdem sie insofern ein günstiges Ergebniss geliefert hatten, als in einer Tiefe von 15,3 bis 16,8 m unter Terrain der wasserdichte Untergrund noch nicht erreicht war, wurde in der weiteren Anlage der Bohrungen umfassend

disponirt, und deren schon erwähnter Mitzweck: Wasserspiegel aufzudecken, entsprechend berücksichtigt. Die 21 niedergebrachten Bohrungen durchfuhren im Ganzen 356 m Terrain und zwar 9,0 m im Minimum, 43,5 m im Maximum und 17,0 m im Mittel. Die Schichtenfolgen einschliesslich der Grundwasserspiegel sind auf Blatt I graphisch aufgetragen und in Beilage B schematisch zusammengestellt; an zuletzt genannter Stelle sind ausserdem sonstige an jeder einzelnen Bohrung gemachte und später noch zu erörternde Beobachtungen notirt ¹⁾.“

„Es war weniger Zweck der Bohrungen, an jeder Stelle den wasserdichten Untergrund aufzudecken, als vielmehr festzustellen, dass an keiner Stelle die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht eine praktisch erforderliche Grösse unterschritt. Aus diesem Grunde bewegt sich die Tiefe der weitaus grössten Anzahl der Bohrungen zwischen 15 und 18 m und nur eine einzige Bohrung (8) ist bis zur wasserdichten Sohle absichtlich niedergebracht; in Bohrung 16 und 18 wurde sie in geringeren Tiefen erreicht.“

„Die Schichten bestehen nicht immer ununterbrochen aus wasserführendem Material; zwischen wasserführenden Sanden sind inselartig häufig mehr oder minder wasserlose, aus Letten und gebundenen Sanden bestehende Schichtenbänder eingelagert. So lange der petrographische Charakter derselben den fluviatilen Ursprung zweifellos erkennen liess, war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, bei fortgesetzter Bohrung wieder aufs Neue wasserführende Schichten zu erschliessen. Erst dann, wenn der fluviatile Charakter in den glacialen übergeht, ist die Wahrschein-

¹⁾ Die graphische Darstellung wurde nicht vervielfältigt und die Beilage B im vorliegenden Excerpt ausgeschieden. Die in Blechbüchsen gefassten Schichtenproben befinden sich im städtischen Gas- und Wasserwerk.

lichkeit für die Weiterfolge wasserführenden Materials nahezu ausgeschlossen.“

„Das glaciale Diluvium, der Geschiebelehm, wurde nun in Bohrung 8, 15 und 18 in bezw. 40,9, 15,2 und 18,0 m unter Terrain erreicht und dadurch die Grenze der hydrologischen Untersuchung, d. h. diejenige zwischen glaciale und fluviatilem Diluvium bestimmt. Es ist damit nicht ausgeschlossen, dass die Untersuchungsgrenze auch die hydrologische Zustandsgrenze ist, denn fluviatiles Diluvium kann für hydrologische Zwecke ebenso werthlos sein, als glaciales; so wurde z. B. in Bohrloch 8 wohl der Geschiebelehm bei 40,9 m unter Terrain, die wasserlosen Schichten fluviatiler Natur aber schon bei 17,5 m erreicht und weiter unterhalb zwischen 36,0 und 38,4 m nur noch eine ganz belanglose wasserführende Schicht gefunden.“

„Obgleich die Bohrungen innerhalb des Untersuchungsfeldes überall das Vorhandensein eines geschichteten fluviatilen Diluviums nachwiesen, entsprach die orographische Beschaffenheit, das Relief, der Oberfläche nur theilweise dieser Untergrundbeschaffenheit. Die weiten Ebenen in nahezu horizontaler Entwicklung vom Wasserwerk in der Richtung zum Stintsee und zwar zuweilen bis an diesen heran, und in der Richtung nach Bickernkirch werden schon diesseits und noch mehr jenseits des Jägel- und Stintsees durch ein stark coupirtes Terrain ersetzt. Es finden sich neben der Entwicklung von Höhenzügen, meistentheils in nord-südlicher Richtung, auch mulden- und dolinenartige Einsenkungen ausgebildet. Der Uebergang von fast vollständiger Horizontalität zur durchschnittenen Gestaltung tritt sehr klar auf dem Wege von der Stadt zum Jägelsee in die Erscheinung.“

„Nach Analogie jetzt noch sichtbarer Vorgänge, wie im Eisenbahneinschnitt bei Mühlgraben und im Terrain bei

der Filialgasanstalt, sind die obersten, die Horizontalität verdeckenden Lagen Dünen, also Ablagerungen volatiler Natur.“

„Es setzt sich demnach der grösste Theil des untersuchten Terrains, und zwar der für eine eventuelle zukünftige Wasserfassung wichtigste, von unten nach oben zusammen aus glacialen, fluviatilen und volatilen Ablagerungen, von denen die mittelsten die für den zu erreichenden Zweck wichtigsten sind. Die erbohrte, aber dadurch noch nicht begrenzte Mächtigkeit der wasserführenden Schicht ergibt sich im Mittel mit 14 m. Die horizontale Ausdehnung des wasserführenden Terrains ist durch die Lage der Bohrungen bestimmt, sie beträgt mindestens 9 Werst.“

„Dadurch ist die zweite Grösse bestimmt, von welcher die Ergiebigkeit abhängt. Selbst wenn die gemessene Mächtigkeit nicht kleiner als die wirkliche wäre, würde dieses Mass vollauf genügen, das Versuchsfeld als ein gutes und Erfolg gewährleistendes zu charakterisiren.“

„An Stelle des benetzten Umfanges eines sichtbaren Wasserlaufes tritt bei einem Grundwasserstrom die Durchlässigkeit, welche ihrem Wesen nach auf den benetzten Umfang zurückzuführen ist.“

„Während Gefälle und Mächtigkeit eines Grundwasserstromes unmittelbar bestimmt werden können, ist dies für die Durchlässigkeit leider nicht mehr möglich. Wenn auch bei Anwendung eines Bohrverfahrens, welches die den Untergrund zusammensetzenden Elemente in unzertrümmerter Form gewinnen lässt, durch deren Beurtheilung schon ein bedeutender Schritt zur Erkenntniss gethan werden kann, so wird damit wohl eine Annäherung erzielt, die Frage aber noch nicht praktisch brauchbar beantwortet. Materialproben von annähernd gleicher Korngrösse sind

im Allgemeinen denjenigen von wechselnder Korngrösse weitaus vorzuziehen, wie die Erfahrung und Ueberlegung lehrt.“ —

„Der günstigste Bohrbefund bleibt stets: möglichst grosses Korn und Gleichheit der einzelnen Elemente. Denkt man sich durch einen Grundwasserstrom ein Querprofil gelegt, so werden durch dieses die Durchgangsflächen im Schnitt gebildet, und deren Summe ist, *ceteris paribus*, constant, wenn die Elemente der Ablagerung unter sich gleich sind. Wächst jedoch die Grösse der stets unter sich gleichen Elemente, so verkleinert sich bei constanter Durchgangsfläche der benetzte Umfang und dadurch ist, wenn sonst alles ungeändert bleibt, ein Wachsthum der Ergiebigkeit bedingt, ganz nach Analogie eines sichtbar fliessenden Gewässers.“

„Sonst gestatten das Porenvolumen bezw. die Porenfläche, selbst wenn sie quantitativ bekannt wären, keinen Rückschluss auf die Durchlässigkeit; für deren Bestimmung muss experimentell verfahren werden.“

„Nach meinen praktischen Erfahrungen liefern selbst vereinzelt, in kleinen Dimensionen ausgeführte Bohrungen dann werthvolle und inductiv brauchbare Ergebnisse, wenn sie in einen zweckdienlichen Zustand versetzt werden.“

„Der Durchmesser der Bohrungen betrug 100 mm. Nach der Vollendung des Bohrloches zum Zweck der Feststellung der Schichtenfolge, wurde in passender Höhenlage ein dem obigen Durchmesser entsprechender Filterkorb eingebracht und das Futterrohr soweit gezogen, dass der Korb in unmittelbare Berührung mit dem wasserführenden Terrain kam: er bestand entweder aus einer in Cylinderform gerollten Rundeisenspirale, oder einem cylindrischen Gitter, welche mit einem Drahtnetz von entsprechender Maschenweite überzogen waren, und hatte eine benutzbare

Höhe von 2,5 m bei einem äusseren Durchmesser von 0,18 m. Die so in einen Rohrbrunnen umgewandelten Bohrungen wurden mit einer zweistiefeligen Baupumpe von ca. 5 sl Lieferquantum betrieben; ihre Anzahl war 12, während der Rest der ganzen Anzahl nur mit einem unten gelochten Gasrohr ausgesetzt und behufs Probeentnahme mit einer kleinen Handpumpe von etwa $\frac{1}{3}$ sl Ergiebigkeit betrieben wurde. Letzteres war auch der Endzustand der Rohrbrunnen nach erfolgter Beanspruchung.“

In einer hier nicht wiedergegebenen Beilage werden die bei jeder einzelnen Bohrung gemachten Beobachtungen nebst den begleitenden Umständen angegeben. „Der Ueberblick wegen möge aus den dort enthaltenen Specialangaben ein Auszug folgen mit Angabe der Lieferung, welche der unter den obwaltenden Verhältnissen möglichen maximalen Absenkung des natürlichen Wasserspiegels je zukam. Es war nämlich nicht erreichbar gewesen, und hätte auch gegen den Untersuchungszweck verstossen, alle Bohrorte so zu wählen, dass die überdeckende wasserlose Schicht von möglichst kleiner Mächtigkeit, der Wasserspiegel also in geringer Tiefe erreichbar war. Die Bohrungen mit hoher Ueberdeckung konnten wegen Begrenzung der Saughöhe der Pumpen also nicht so intensiv beansprucht werden, als diejenige mit geringer Ueberdeckung. Es hat sich jedoch herausgestellt, und es ist auch theoretisch begründet, dass innerhalb der relativ geringen Absenkungen die Ergiebigkeiten proportional der Absenkung sind. Bildet man also den Quotienten aus Ergiebigkeit durch entsprechende Absenkung, so erhält man als Vergleichswerth zwischen den einzelnen Bohrungen die spezifische Ergiebigkeit, also diejenige Literzahl, welche nahezu einem Absenkungsmeter zukommt ¹⁾.“

¹⁾ Die Ergiebigkeit der Bohrungen 6, 6 a, 7, 7 a, 12, 13, 15, 16 wurde nicht untersucht.

| Bohrungs- nummer. | Ergiebigkeit. | | Depression. | Spec. Ergiebigkeit. | |
|----------------------|---------------|-----|-------------|------------------------|-------|
| | sl | m | | sl | pro m |
| 2 | 2,9 | 4,9 | | 0,59 | |
| 3 | 4,4 | 2,7 | | 1,61 | |
| 4 | 2,7 | 4,1 | | 0,66 | |
| 5 | 2,0 | 3,6 | | 0,55 | |
| 7 | 3,0 | 3,1 | | 0,97 | |
| 8 | 1,6 | 0,9 | | 1,78 | |
| 9 | 3,2 | 1,8 | | 1,78 | |
| 10 | 2,9 | 2,0 | | 1,45 | |
| 11 | 1,5 | 1,1 | | 1,36 | |
| 14 | 2,1 | 2,7 | | 0,77 | |
| 17 | 0,3 | 3,6 | | 0,08 | |
| 18 | 1,9 | 4,7 | | 0,40 | |

„Theilt man die Bohrungen in zwei Gruppen: 2 bis 11, nordöstlich vom Jägelsee, und 14 bis 18, südwestlich davon gelegen, so schwankt die spezifische Ergiebigkeit der zur ersten Gruppe gehörigen Bohrungen zwischen 0,59 und 1,78 und ist im Mittel 1,19, während der zweiten Gruppe die entsprechenden Werthe 0,08, 0,77 und 0,42 zukommen. Die mittlere Ergiebigkeit der zweiten Gruppe ist somit etwa nur ein Drittel derjenigen der ersten. Dieses Ergebniss würde sich durch Zuziehung der Bohrungen 15 und 16 noch erniedrigen; wenn auch diese Bohrungen nicht bewirthschaftet wurden, so ergab schon der Befund der Schichtenfolgen ein Resultat ähnlich demjenigen der Bohrungen 17 und 18. Ferner war der chemische Befund derart, dass eine Benutzung dieser Wasserlagen von vornherein ausgeschlossen war.“

„Der einzige brauchbare Bohrort war somit in der zweiten Gruppe nur Bohrung 14 als zunächst dem Stintsee benachbart. Sie wurde der Zeitfolge nach niedergebracht

nach vollständiger Abbohrung des Terrains der ersten Bohrgruppe, und zwar in der Absicht, sicheren Aufschluss über den hydrologischen Werth der Gegend zwischen den Seen und der Stadt zu erhalten. Da die Ergebnisse relativ gute waren, wurde aus diesem Grunde und aus Allgemeininteresse an dieser Bohrung die Einwirkung der Beanspruchung auf die nächste Umgebung der Bohrung untersucht. Einer künstlichen Depression von 2,7 und 1,9 m im Bohrloch entsprach in 5 m Entfernung eine solche von 0,035 bezw. 0,040 m, und in 10 m Entfernung stromabwärts war die Wirkung der künstlichen Entnahme so unbedeutend, dass sie dem mit natürlicher Geschwindigkeit vorbeiziehenden Grundwasser eine Gefällsrichtung nach dem Bohrloch hin nicht mehr zu ertheilen vermochte¹⁾.“

„So vielversprechend nun auch diese Ergebnisse waren, so fanden sie leider in den Bohrungen 15, 16, 17 und 18 dieser Gruppe keine Wiederholung, und dadurch charakterisirt sich das Verhalten von Bohrung 14 nicht als Allgemeinverhalten, sondern als ein durch nicht bestimmbare Umstände hervorgerufenes Einzelverhalten, dem jede inductive Brauchbarkeit abgeht. Von der unbefriedigenden Qualität wird später noch die Rede sein. Der Umstand, dass Bohrung 14 aus der Ebene nordöstlich vom Wasserwerk sein Speisewasser erhält, vermag an diesen Ausführungen nichts zu ändern.“

„In ähnlicher Weise wurde die Einwirkung der künstlichen Entnahme auf die Umgebung in Bohrung 9 und 18 bestimmt und gleich günstige Resultate gefunden, wenn auch hier der Unterschied zwischen den specifischen Ergiebig-

¹⁾ Ueber nähere Angaben vergl. die Anmerkung zu Artikel 20 (Ostwald).

keiten der beiden Gruppen ebenfalls sich scharf bemerklich machte.“

„Diese Untersuchungen bilden den Schluss der Feststellung der drei Grössen: Gefälle, Durchflussprofil und Durchlässigkeit. Einer absoluten Beurtheilung ist keine von ihnen zu unterstellen; über die praktische Bedeutung der durch sie erzeugten Erscheinungen entscheidet einzig und allein Analogie und Erfahrung. Auf Grund eines auf etwa zehn verschiedenen Versuchsfeldern gewonnenen praktischen Massstabes, für dessen Zuverlässigkeit die Ergebnisse der Versuchsbrunnen oder der definitiven Ausführung den Beweis lieferten, kann ich die Gegend nordöstlich vom Jägelsee als vorzüglich brauchbaren, quantitativ ausgiebigen Bezugsort des für Riga nothwendigen Wasserbedarfs bezeichnen.“

„Wenn es auch für den vorliegenden Zweck nicht durchaus nothwendig, so möge es doch gestattet sein, die Genesis des untersuchten Feldes insoweit zu beleuchten, als sie auf den gegenwärtigen hydrologischen Zustand von Einfluss gewesen ist. Der Geschiebelehm wurde an vier Orten gefunden: oberhalb der Stanzia bei den Steinbrüchen frei zu Tage liegend und in Bohrloch 16, 18 und 8 als erbohrte Schicht. Zieht man eine Verbindungslinie von den Steinbrüchen auf Bohrloch 16, auf Bohrloch 8, so fällt der Geschiebelehm von rund: Cote 107 auf Cote 92, auf Cote 67, im Ganzen also um 40 m. Da in Bohrung 16 und 18 der Geschiebelehm nahezu gleich cotirt ist, so ist die Verbindungslinie dieser beiden Punkte nahezu die Streichlinie.“

„Es ist nun schwer zu entscheiden, ob die an diesen drei Orten auftretenden Geschiebelehme derselben geologischen Epoche angehören. Zum Vergleich wurde noch bei Segewold, an der Aa, frei zu Tage liegender Geschiebelehm entnommen, mit Salzsäure behandelt und geschlämmt.“

Nachstehende Tabelle giebt die Ergebnisse:

| Geschiebelehm von: | Verlust durch Salzsäure %. | Abgeschlämte Theile %. | Sande %. |
|----------------------|----------------------------|------------------------|----------|
| Segewold | 22 | 60 | 40 |
| Stanzia | 35 | 60 | 40 |
| Bohrloch 8 | 21 | 47 | 53 |

„Aus diesen Zahlen lässt sich mit Sicherheit ein Schluss nicht ziehen. Unter der Annahme des geologisch gleichen Alters des Geschiebelehms in der oben genannten Verbindungslinie weisen die Coten ein Gefälle nach, welches der Bewegungsrichtung des auf der Grundmoräne früher aufgelagerten bezw. rutschenden Gletschers mehr oder weniger entgegengesetzt ist.“

„Man hat es hier demnach mit einer mächtigen Auskolkung zu thun, wie sie ähnlich auf der Schwäbisch-Bayerischen Hochebene in Folge glacialer Erosion zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehört. Diese Auskolkung ist später auf fluviatilem Wege mit den Erosionsproducten der unterdevonischen Formation¹⁾, Geröllen, Sanden und Letten, ausgefüllt worden, und es ist auf diese Weise jenes mächtige Gefäss gebildet worden, welches gegenwärtig der Träger der besprochenen Grundwasserströme ist.“

„Lässt man die Annahme der Gleichaltrigkeit des Geschiebelehms nicht gelten, so ändert sich in der Betrachtung nur die Art derjenigen Kraft, welche die Auskolkung erzeugte. Gehört nämlich der tiefer liegende Geschiebelehm einer älteren Epoche an, so würde er irgendwo vom jüngeren Geschiebelehm überlagert sein. Diese Erscheinung fand sich in keiner Bohrung, mithin müsste letzterer und zwar lediglich auf fluviatilem Wege aufgearbeitet worden sein.“

„Es geht aus diesen Betrachtungen ohne Weiteres hervor, dass der quantitative Erfolg einer zukünftigen

¹⁾ Mehr noch des Diluviums.

Wasserfassung um so mehr gewährleistet ist, je weiter man sich von dem Ufer der Auskolkung entfernt. Die Wahrscheinlichkeit des Erfolges nimmt ab mit der Annäherung an die obengenannte Streichlinie, also mit derjenigen an die Stadt.“

2. Chemische und physikalische Beschaffenheit.

„Die Sande, in welchen sich die hier besprochenen Grundwässer bewegen, sind zweifellos unterdevonischer Herkunft ¹⁾, also Quarzsande mit wenig Beimischung. Einige mit kochender Salzsäure behandelte Bohrproben ergaben im Durchschnitt einen Verlust von 3,5 % ihres ursprünglichen Gewichtes. Nach dem alten Satze: *tales sunt aquae, quales terrae*, waren schon durch diesen Umstand eine grosse Weichheit bezw. geringe Abdampfdruckstände bedingt, und es war vorauszusehen, dass in dieser Richtung der einzige qualitative Vorzug des bisher benutzten Dünawassers mindestens erreicht, wenn nicht übertroffen werden würde. In gleicher Weise war durch die topographische und wirtschaftliche Beschaffenheit des Versuchsfeldes jedes Vorhandensein von stickstoffhaltigen, organischen Substanzen und deren Derivaten, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure, mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen.“

Diese aus dem Charakter des Versuchsfeldes sich unmittelbar ergebenden Schlüsse haben ihre Bestätigung durch die chemischen Analysen gefunden, welche in der chemischen Versuchsstation des Polytechnikums, theils auch von dem Chemiker der Mineralwasseranstalt, Herrn Seidler (eingeklammerte Zahlen), ausgeführt worden sind und hier folgen:

¹⁾ Nur theilweise.

| Entnahme-Ort: | Kleiner weisser See | Grosser weisser See | Salles-See | Langsting-See | Bohrloch II | Bohrloch IV | Bohrloch VII | Bohrloch X | Bohrloch XI | Bohrloch XIV | Bohrloch XV | Bohrloch XVI | Bohrloch XVII |
|---|---------------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Geschöpft am: | 28. Mai 1882 | 28. Mai 1882 | 27. Mai 1882 | 27. Mai 1882 | 3. Juni 1882 | 18. Juni 1882 | 5. Juli 1882 | 24. Juli 1882 | 29. Juli 1882 | 10. Sept. 1882 | 22. Sept. 1882 | 21. Sept. 1882 | 25. Sept. 1882 |
| Abdampfrückstand . . | (106,5) 92,3 | (113,0) 113,7 | (53,0) 60,3 | (23,9) 26,0 | 87,8 | 84,3 | 78,3 | 115,5 | 684,0 | 107,5 | — | — | — |
| Glührückstand | (74,0) 60,3 | (79,5) 75,8 | (21,0) 33,3 | (9,9) 8,3 | 64,5 | 64,5 | 54,8 | 85,0 | 482,5 | 84,0 | — | — | — |
| Fester Rückstand . . . | 73,3 | 87,3 | 37,3 | 10,8 | 74,8 | 73,3 | 67,8 | 107,3 | 573,8 | 94,5 | — | — | — |
| Glühverlust (Hydratwasser, org. Substanz) | 19,0 | 26,4 | 23,0 | 15,2 | 13,0 | 11,0 | 10,5 | 8,2 | 110,2 | 13,0 | — | — | — |
| Chlor | 13,5 | 29,8 | 13,5 | 11,4 | 37,6 | 35,1 | 2,7 | 7,5 | 17,4 | 4,3 | — | — | — |
| Schwefelsäure | 1,7 | 8,2 | 3,4 | Spur | 3,2 | 2,3 | Spuren | Spur | 23,8 | Spur | — | — | — |
| Salpetersäure | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | geringe Spur | — | — | — |
| Salpetrige Säure . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | — |
| Ammoniak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | — |
| Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff. | (1,59) 1,30 | (2,36) 1,10 | (2,14) 2,90 | (3,99) 4,70 | 1,20 | 1,60 | 1,60 | 0,78 | 4,10 | 0,46 | — | — | — |
| Gesamthärte | (3,72) 3,23 | (2,36) 3,57 | (0,72) 1,00 | (0,22) 0,35 | 1,85 | 1,78 | 2,50 | 3,40 | 13,61 | 3,10 | 3,3 | 3,7 | 10,0 |
| Bleibende Härte | | | | | | | 2,00 | 2,90 | 5,00 | 2,50 | 2,8 | 3,1 | 8,6 |

Lithmülligramm

Deutsche Härtegrade

„Die Abdampfrückstände übertreffen mit Ausnahme von Bohrloch 11 kaum die Menge von 100 lmg und unterschreiten sie in den meisten Fällen. Eine aus dem Jahre 1873 stammende Analyse der Herren Professoren Lovis und Weir bestimmt im Wasser der bestehenden Dünawasserleitung 142 lmg und es beträgt somit der Rückstand des Wassers auf dem Versuchsfelde nur zwei Drittel von demjenigen des Dünawassers.“

„Sämmtliche Wässer sind absolut frei von Stickstoffverbindungen.“

Bohrloch 11 ist in der Nähe einer sumpfigen Stelle in unmittelbarer Nachbarschaft des Jägelsees niedergebracht, daher der hohe Gehalt seines Wassers an festen Stoffen, besonders kohlensaurem Eisenoxydul.

„In Lagen, welche eine einigermaßen bedeutende Ueberdeckung des Grundwasserspiegels besitzen, ist die Vermoorung der Oberfläche mit ihren Folgen ausgeschlossen. Diese günstige Bedingung der hohen Ueberdeckung erfüllt aber das Versuchsfeld jenseits der Seen, und nur das den Seen unmittelbar benachbarte Terrain und einige durch Erosion entstandene Fluthrinnen machen eine zu vernachlässigende Ausnahme. Bei einer zukünftigen Wasserfassung wird auf dieses Verhalten zu rücksichtigen sein.“

„Ein ähnliches Verhalten, wie Bohrloch 11, haben mit Ausnahme von Bohrloch 14 sämmtliche zwischen den Seen und der Stadt gelegenen Bohrungen ergeben. Beim Beginn des Abpumpens zeigten sie theilweise jene bekannte gelbbraune Färbung, welche jedoch mit Ausnahme von Bohrung 15 durch andauerndes Pumpen beseitigt wurde und auch in dieser Bohrung, nach anderweitigen Erfahrungen, durch Verlängerung der Beanspruchungsdauer hätte entfernt werden können.“

„Die Ebene nordöstlich vom Wasserwerk bis zu den Dünenzügen befindet sich im Zustande der Vermoorung und es werden auf ihr durch pflanzlichen Stoffwechsel jene Huminstoffe erzeugt, welche dem Dünawasser und dessen Zuflüssen die gelbbraune Moorfärbung verleihen. Auf dem Wege der Infiltration und Mischung treten an Stellen mit geringer oder gar keiner Ueberdeckung des Grundwassers diese Stoffe in dasselbe ein und machen ihren localen Einfluss geltend. Durch anhaltendes Pumpen, dadurch bewirkte Senkung des Grundwasserspiegels und damit verbundene Austrocknung der Moordecke werden die bedingenden Ursachen insoweit beseitigt, dass das gepumpte Wasser von den organischen Stoffen grösstentheils und von dem ästhetischen Fehler der Färbung ganz befreit wird; ein sanitärer Fehler ist es überhaupt nicht. Wenn es nun auch gelingt, die Färbung zu beseitigen, so werden dadurch doch nicht sämtliche organischen Substanzen pflanzlichen Ursprungs entfernt.“ Der verbleibende Rest erzeugt den durch Reduction aus Eisenoxyd entstandenen Gehalt an löslichem Eisenoxydulsalz in den Wasserproben.

„Die geschöpften Wasserproben der Bohrungen 15, 16, 17 und 18 waren ursprünglich vollkommen klar, erstere etwas gefärbt, und zeigten durch Geschmack und Geruch eine ganz unverkennbare Eisenreaction. Durch Aufnahme von Sauerstoff fand jedoch kaum eine Stunde nach der Fassung eine Oxydation des Eisensalzes zu unlöslichem Eisenoxyd statt¹⁾. Die Wässer begannen zu opalisiren, ein gelbbrauner Niederschlag fand statt und nach vollendeter Sauerstoffaufnahme nahm das nun eisenfrei gewordene Wasser seine ursprüngliche Klarheit wieder an.“

1) Im Original ist hier versehentlich von einer Reduction gesprochen.

„Ich habe diese mit dem Eisengehalt des Wassers verbundenen Erscheinungen gelegentlich der Untersuchungen für Wasserversorgung von Leipzig in Hunderten von Fällen beobachtet, und dabei zugleich gefunden, dass trotz der natürlichen Strömung des Grundwassers eisenfreie und eisenhaltige Bohrorte unter dem Einfluss der Zeit eine räumliche Verschiebung nicht erleiden, dass also eisenfreie Brunnen die betreffende Eigenschaft ebensowenig verlieren, als eisenhaltige.“

„Würde die volatile Ablagerung, die Dünen, welche bei der Filialgasanstalt, beim Rumpenkrug und an der Petersburger Chaussée sich vorfindet, sich über das ganze hier in Betracht gezogene Terrain erstrecken, so würde es, wie Bohrloch 14 beweist, qualitativ ebenso gutes Wasser liefern, wie das Terrain jenseits der Seen. Die Bedenken, ja die Gewissheit der quantitativen Unzulänglichkeit würden dadurch allerdings nicht beseitigt werden.“

„Die Haltbarkeit des der ersten Bohrgruppe zukommenden Wassers wurde durch zahlreiche der Wärme und dem Licht ausgesetzte Stehproben in unwiderleglicher Weise dargethan.“

Die Temperaturen wurden in Function der Tiefe beobachtet; die Ergebnisse sind in einer Beilage für jedes einzelne Bohrloch, an denen Messungen vorgenommen wurden, enthalten. „Die höchsten während der ganzen Untersuchungsperiode beobachteten Wassertemperaturen ergab Bohrloch 6 am 30. Juni in 4,5 m Tiefe mit 8,6° C. und Bohrloch 8 am 28. August in 38,0 m Tiefe mit 8,1° C.; die Minima ergaben Bohrloch 4 und 9 am 18. Juni bzw. 20. Juli in 11,5 bzw. 15,0 m Tiefe mit je 6,7° C. Bemerkenswerth ist der rasche Temperaturwechsel zwischen Boden und Grundwasser; es wurde z. B. beobachtet in Bohrloch 8

in 5,0 m Tiefe 15,3° C. und in 6,0 m Tiefe 8,8° C.; zwischen beiden Tiefen lag der Grundwasserspiegel.“

„Auf dem Transport nach der Stadt würde die Temperaturerhöhung kaum 0,5° C. betragen, das Wasser im Hochsommer also mit einer Temperatur von höchstens 9° C. oder etwa 7° R. in der Stadt ankommen.“

„Ueberblickt man nochmals die Tabellenwerthe der chemischen Analyse und die physikalische Beschaffenheit der eventuell in Benutzung zu ziehenden Wässer, so ist im Zusammenhalt mit der topographischen, geologischen und wirthschaftlichen Beschaffenheit des Bezugsortes dasselbe günstige Ergebniss, wie es für die quantitative Ausbeute gilt, auch für die Qualität festgestellt und letztere in ihrer Beständigkeit für die Zukunft gesichert.“

Bohrungen in der Stadt.

Es werden die artesischen Bohrungen der Herren Wolfschmidt, Kuntzendorff und Stritzky, sowie diejenige des alten Mitauer Bahnhofes besprochen und auf den hohen Gypsgehalt der erbohrten Wässer hingewiesen. Aus diesen und anderweitigen Beobachtungen wird gefolgert, „dass der Wasserbezug aus dem tieferen Untergrunde der Stadt zum Zweck von deren Versorgung ohne alle Aussicht auf praktischen Erfolg ist, ganz abgesehen von der Frage der Quantität und constructiven Ausführung.“

Gewinnungs- und Versorgungs- Methoden.

„Auf Grund der Voruntersuchungen ergibt sich als geeignetste Fassungsmethode die Anwendung von Rohrbrunnen, welche in entsprechenden gegenseitigen Entfernungen die Wirkung einer zusammenhängenden Filtergallerie geben und in ihrer linearen Zusammensetzung etwa eine

Fassungslänge von 1 bis 2 Werst haben werden. An den Enden sind die einzelnen Rohrbrunnen derartig zusammengestellt, dass sie die Wirkung eines Centralbrunnens ausüben, so dass die Fassungsanlage in je einem Centralbrunnen an den Enden der Fassungslänge mit verbindender Filtergallerie bestehen würde.“

Es werden dann die Gründe angeführt, warum das Hochreservoir in der Stadt und nicht am Fassungsort anzulegen ist, es wird die Alternative: Canal- oder Gussrohrleitung besprochen, und schliesslich werden die constructiven Massnahmen und Anordnungen in ihren Grundzügen wie folgt dargelegt:

- a) Fassung des Wassers in der Nähe von Bellenhof, Bonaventura oder von da weiter südöstlich;
- b) Anlage einer Pumpstation und Hebung des Wassers bis zu derjenigen Höhe, welche einen freien Abfluss des Wassers nach der Stadt ermöglicht;
- c) Kreuzung des Jägelthales längs der Petersburger Chaussée bis zur Erreichung eines Punktes von entsprechender Höhe und von da
- d) gemauerte gradlinige Canalleitung zum bestehenden Wasserwerk und schliesslich
- e) Anlage eines in die Erde gebauten Ausgleichsbehälters daselbst.

Die Ausführungskosten stellen sich angenähert:

- a) Wasserfassung (geschätzt) mit Grunderwerb Rbl. 90,000
- b) Vorläufige Anlage zweier Dampfmaschinen von je 25 Pferdekräften mit Kessel, Gebäuden, Wohnhaus; mit Grunderwerb „ 85,000

Transport Rbl. 175,000

| | | |
|----|---|--------------|
| | Transport | Rbl. 175,000 |
| c) | 2000 m Gussrohrleitung 0,65 m Durchmesser, einschliesslich Nebenarbeiten, à Rbl. 40 | „ 80,000 |
| d) | 8200m Canalleitung 0,9×1,2m à Rbl. 22 „ | 180,400 |
| e) | Ein Ausgleichbassin von 1000cbm Inhalt „ | 12,000 |
| f) | Telegraphenleitungen, Verschiedenes und zur Abrundung | „ 4,600 |
| | <hr/> Summa | Rbl. 452,000 |

Zum Posten e) bleibt zu bemerken, dass zur Ausgleichung der Fluctuation wohl ein Reservoir von 1500 cbm als nöthig erachtet wird, dass aber das fehlende Quantum von 500 cbm sehr leicht durch veränderten Gang der Schöpfmaschinen an der Fassungsanlage ersetzt werden, und dass im Falle der künftigen Unzulänglichkeit eine Vergrösserung des Inhalts ohne nennenswerthen finanziellen Mehraufwand erfolgen kann.

Zusammenfassung und Schlussvorschläge.

„Die Ergebnisse der vorstehend dargestellten Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1) Auf Grund der Statistik des bestehenden Wasserwerks ergibt sich ein zu beschaffendes Quantum von 220 bis 240 sl als ausreichend für die nächste Zukunft.

2) Diese Menge ist in Form von vorzüglichem Grundwasser einzig und allein innerhalb praktisch zulässiger Entfernungen in der Gegend nordöstlich vom Stint- und Jägelsee zu beschaffen.

3) Der finanzielle Aufwand ist im Verhältniss zur Einwohnerzahl von Riga kein hoher und beträgt etwa die Hälfte desjenigen, den eine künstliche Filtration des Düna-wassers bedingen würde.

4) Die Anlage ist in Anbetracht der grossen Ausdehnung des wasserführenden Terrains entwickelungsfähig und in Folge des Umstandes, dass die Leitung zur Stadt grösstentheils in einem weiträumigen Canal besteht, kann eine spätere Ausdehnung ohne grossen Mehraufwand erfolgen.

5) Behufs specieller Auswahl des Fassungsortes, Bestimmung der Grösse der Fassungsanlagen und für sonstige Massnahmen eines detaillirten Projectes ist die Anlage und der Betrieb eines Versuchsbrunnens nothwendig, der eventuell als zukünftiges Glied der Anlage definitiv verbleiben kann. Es möge der Vorschlag gestattet sein: bei Eintritt der günstigen Jahreszeit diese Arbeit zunächst auszuführen.“

Es folgen in Thiems Bericht: *Beilage A*, enthaltend statistische Tabellen über den Jahresverbrauch an Leitungswasser vom Betriebsjahre 1864/65 bis 1881/82, über maximalen, mittleren und minimalen Stundenconsum in Prozenten des jährlichen Stundenmittels, über Eintrittszeiten des maximalen und minimalen Stundenconsums und deren Grösse in Prozenten des täglichen Stundenmittels, über tägliche Stundenmittel und fluctuirende Quanta.

Beilage B: Schichtenfolgen und Verhalten der Bohrungen bei 21 Bohrlöchern.

Beilage C: Chemische Analysen, vergl. Seite 54.

2. Salm: Erweiterung des Wasserwerkes der Stadt Riga. 28. Oktober 1888. Manuskript. Folio 49 Seiten, nebst Kostenanschlägen und technischen Erläuterungen.

Es wird unter Skizzirung der maschinellen Anlage, der derzeitigen Förderung, der in verschiedenen Stadttheilen existirenden Druckverhältnisse etc. dargelegt, dass das

Wasserwerk momentan schon nicht mehr im Stande ist, den effectiven Bedarf während mehrerer Monate im Jahre zu decken, dass daher eine weitere Ausdehnung des Rohrsystems und der Anschluss neuer Consumenten sich von selbst verbietet, so lange nicht eine entsprechende Vergrößerung des Werkes stattgefunden hat. Für eine solche sind zwei Wege möglich, je nachdem bei der alten Bezugsquelle des Dünawassers geblieben oder zur Grundwasserversorgung übergegangen wird. Ueber die hierauf basirenden, vom Verfasser ausgearbeiteten Projecte nebst Kostenschlägen vergleiche man Seite 7 ff. Es wird schliesslich näher ausgeführt, wie wenig das unfiltrirte Dünawasser auch den bescheidensten Ansprüchen an ein Trinkwasser genügt — in den Rohrleitungen finden sich selbst lebende und todte Schnecken, Würmer, Blutegel etc. —, wie dem Dünawasser in hygienischer Beziehung das Bellenhofer Grundwasser ungeheuer überlegen ist, welches in seinen Eigenschaften auch allen Anforderungen der verschiedenartigsten Industrien genügt und das an Qualität weit tiefer stehende artesische Wasser in manchen Fällen voraussichtlich völlig verdrängen wird.

„Hält man Umschau über die Qualität des von centralen Wasserversorgungsanlagen gelieferten Wassers, so findet sich allerdings Riga heute als einzige Stadt, in welcher unfiltrirtes Flusswasser zur Verwendung gelangt. Die letzte Stadt (Hamburg), welche eine moralische Stütze für die Beibehaltung der bisherigen Versorgungsart Rigas war, ist im Begriff mit einem Kostenaufwande von ca. 12 Millionen Mark das unfiltrirte Elbwasser durch filtrirtes zu ersetzen.“

Auf die Filtration von Flusswasser dürfe man aber immer erst dann zurückkommen, wenn quantitativ oder qualitativ genügendes Grundwasser nicht zu beschaffen sei.

3. O. Smreker: Wasserwerk Riga, Quantitätsversuche. Bericht. Februar 1890. Manuskript. Fol. 60 Seiten, 13 Tabellen und Beilagen.

Zweck der Untersuchungen war, den Nachweis zu liefern, dass das von Thiem ins Auge gefasste Bezugfeld für die Grundwasserversorgung Rigas auch die erforderliche Quantität mit vollständiger Sicherheit zu liefern vermöge. Es werden im vorliegenden Bericht Gang und Natur der Quantitätsversuche dargestellt und die daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen formulirt.

I. Entwicklung der allgemeinen Grundlagen für die Durchführung der Quantitätsversuche.

Nachdem einleitend im Allgemeinen auf Natur, Bedeutung, Vorkommen und Erscheinungsformen des Grundwassers, auf den Connex und die Analogie zwischen Tag- und Grundwasser und auf die Grundwasserversorgung verschiedener Städte Westeuropas hingewiesen worden ist, geht der Verfasser unter Anwendung eines umfänglichen mathematischen Apparates an die Darlegung der Methoden für die quantitative Beurtheilung der Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes. In sachlicher Hinsicht möge hier der Hinweis genügen, dass die Quantitätsversuche im Wesentlichen darin bestehen, dass man einen an geeigneter Stelle abzuteufenden Versuchsbrunnen durch längere Zeitperioden ein gewisses constantes Wasserquantum pro Zeiteinheit continuirlich entnimmt und das Verhalten des Grundwassers in der Umgebung des Brunnens beobachtet. Nach einiger Dauer der continuirlichen Entnahme tritt, wenn das entnommene Wasserquantum gewisse Grenzen nicht überschreitet, der Beharrungszustand ein, wobei Zufluss und Entnahme einander gleich sind; dann wird der Grund-

wasserspiegel um den Brunnen herum eine dieser Entnahme entsprechende Depressionsfläche darstellen. Aus der jeweiligen Form der letzteren ergeben sich die Widerstandscoefficienten für den betreffenden Untergrund, deren Kenntniss für die Berechnung der Geschwindigkeit aus dem Gefälle nöthig ist. Schliesslich muss durch specielle Versuche noch der Durchlasscoefficient des Untergrundes bestimmt werden, d. h. das Verhältniss zwischen dem effectiven Durchflussquerschnitt und der Gesamtfläche eines gegebenen Querschnittes der wasserführenden Schicht; die Kenntniss dieser Grösse hat man zur Bestimmung des freien effectiven Durchflussprofils nöthig.

II. Specielle Beschreibung der Quantitätsversuche.

In dem zwischen den weissen Seen einerseits und dem Salles- und Saksche-See andererseits liegenden Gebiet, welches nach den Voruntersuchungen Thiems sich vermöge seiner hydrologischen Verhältnisse und der Qualität des Wassers am besten zur Wasserentnahme eignete, wurden 2 um 100 m von einander entfernte Versuchsbrunnen abgeteuf, sowie 63 Bohrlöcher in näherer und grösserer Entfernung um dieselben herum angelegt, um einerseits die in Folge der Entnahme von Wasser aus den Brunnen in der Umgebung dieser letzteren auftretende Absenkung des Grundwasserspiegels beobachten (bei den näheren Bohrlöchern), andererseits den Gang des natürlichen Grundwasserspiegels während der Versuchsperioden feststellen zu können (bei den entfernteren Bohrlöchern).

„Der Grundwasserspiegel zeigt sich auf dem Versuchsfelde durchschnittlich zwischen 5 und 6 m unter Terrain. Die Versuchsbrunnen waren als Rohrbrunnen ausgeführt, weil bei den feinen Sanden des Untergrundes gewöhnliche Brunnen vollständig ausgeschlossen waren. Jeder dieser

Versuchsbrunnen wurde nun in der Weise hergestellt, dass schmiedeeiserne Futterrohre von 800 mm lichter Weite abgesenkt wurden, und zwar bei Rohrbrunnen Nr. I auf 16,20 m, bei Rohrbrunnen Nr. II auf 15,90 m unter Terrain; hierauf wurden besonders construirte kupferne Filter von je 4 m Höhe der durchlässigen Filterfläche eingesetzt und die Futterrohre bis auf Oberkante der Filterfläche gezogen.“

Die bis auf eine Tiefe von ca. 16 m unter Grundwasserspiegel erbohrten wasserführenden Schichten bestanden „durchwegs aus feinen Sanden“, welche theilweise von etwas gröberkörnigen durchsetzt gewesen, andererseits aber auch theilweise thonige Beimengungen enthielten¹⁾.

„Zum Betriebe der Brunnen diente eine Locomobile mit einer Centrifugalpumpe; anfänglich wurde nur je ein Brunnen bewirthschaftet, später aber, bei der Förderung der grösseren Quantitäten, wurde gleichzeitig aus beiden Brunnen gepumpt.“

„Das geförderte Wasserquantum wurde mittelst Ueberfall gemessen, welche Methode, abgesehen von ihrer grossen Genauigkeit, den Vortheil hat, dass etwa vorkommende Unregelmässigkeiten das Resultat negativ beeinflussen, d. h. es wird ein geringeres Wasserquantum angegeben, als tatsächlich gefördert wurde.“ Die zur Berechnung der Wassermengen massgebende Druckhöhe über der horizontalen Ueberfallskante wurde mittelst eines besonders für diese Zwecke construirten Apparates fortlaufend registrirt, „wodurch man einerseits ein genaues Bild von dem wirklich geförderten Wasserquantum erhielt, andererseits aber eine selbstthätige zuverlässige Controle der von den Maschinen

¹⁾ Nach der Profilzeichnung des zwischen beiden Versuchsbrunnen gelegenen Rayons würde man freilich annehmen müssen, dass in der Region des Grundwasserstromes grober weisser Sand, nach unten feiner werdend, mit Geröllen, local auch feiner Kies auftritt.

geleisteten Arbeit ausüben konnte; um das Einhalten eines möglichst regelmässigen Betriebes zu erleichtern, war in dem Führerstande zu beiden Seiten der Pumpe je ein mit dem Saugrohre verbundener Vacuummeter angebracht, so dass der Maschinist in jedem Augenblicke aus der Ablesung an demselben den Gang der Maschine darnach reguliren konnte. Ausserdem war noch im Brunnen Nr. II selbst ein Hydrometer angebracht, um jederzeit den Wasserstand im Brunnen resp. die Absenkung des Grundwasserspiegels in demselben direct ablesen zu können.“

Das geförderte Wasser wurde auf dem kürzesten Wege nach dem grossen weissen See abgeleitet und zwar bis auf ca. 300 m vom Brunnen in hölzernen, dichten Rinnen und von da ab in einem offenen Kanal. Dass aus letzterem eine den Grundwasserspiegel merklich beeinflussende oder zu den Versuchsbrunnen zurücklaufende Wassermenge nicht in den Erdboden versickerte, wurde durch Beobachtungen an zwei in der Rinnenrichtung liegenden Bohrlöchern nachgewiesen.

Nach Beendigung aller vorbereitenden Arbeiten wurde mit den Pumpversuchen begonnen.

1. Versuch (mit Brunnen II). Dieser sollte gewissermassen als Orientierungsversuch dienen, um auf Grund desselben die übrigen Versuche entsprechend disponiren zu können. Nachdem mit ihm am 29. August begonnen war, musste er am 4. September wegen eines Defectes an der Pumpe zwei Tage unterbrochen werden; vom 6. September an wurde er ohne Unterbrechung bis zum 26. Sept. weitergeführt. Die in dieser letzten Zeit des Versuchs völlig constant geförderte Wassermenge betrug 18,3 sl. Die Locomobile war hierbei — abgesehen von einigen ganz kurzen Schmierpausen am Tage — ununterbrochen im Betriebe. Die mittlere Absenkung im Brunnen betrug 2,40 m.

2. Versuch (mit Brunnen I). Nachdem der Grundwasserspiegel längere Zeit sich selbst überlassen war und näherungsweise seine ursprüngliche Höhe wieder erreicht hatte, wurde am 8. Oktober mit dem Pumpversuch begonnen, der ohne Unterbrechung bis zum 20. Okt. dauerte. Hierbei wurde ein constantes Wasserquantum von 15,8 sl gefördert. Die dabei im Brunnen gemessene Absenkung betrug 3,20 m.

3. Versuch (mit beiden Brunnen). Derselbe sollte mit beiden Brunnen zugleich durchgeführt werden, um ein Bild von der gegenseitigen Beeinflussung der Brunnen zu geben, und wurde beabsichtigt, diesen Versuch mit einem Gesamtförderquantum von 30 sl durchzuführen. Da demnach die Leistung des Brunnens Nr. I bei dem combinirten Versuch ungefähr dieselbe geblieben wäre wie beim 2. Versuche, so konnte davon abgesehen werden, den Grundwasserspiegel auf seine natürliche Höhe wieder aufsteigen zu lassen, und wurde deshalb dieser Doppelversuch schon am 22. Okt. in Angriff genommen. Am 1. November musste jedoch — nachdem schon am 26. Okt. infolge Bruches der Pumpenwelle eine Pause eingetreten war — der Doppelversuch aufgegeben werden, da infolge der Dislocation der feinen Theilchen in der Umgebung des Brunnens I ein Sinken der Futterrohre und Eintritt von Sand in den äusseren Filter sich eingestellt hatte. Es musste daher der Brunnen Nr. I bis zur erfolgten Reinigung des Filters vom Betriebe ausgeschlossen werden, und wurde der Versuch nur mit Brunnen Nr. II fortgesetzt. Das hierbei diesem entnommene Wasserquantum betrug 21 sl, die Absenkung ca. 2,80 m. Nach erfolgter Reinigung von Brunnen I wurde am 6. Nov. der combinirte Pumpversuch mit beiden Brunnen wieder aufgenommen und — abgesehen von einer Tagespause am 7. Nov. (Grund: Defect der Pumpe) — bis zum 22. Nov. fortgesetzt. Während dieses Pumpversuches betrug das

gemeinsam geförderte Wasserquantum 29 sl, die Absenkung im Brunnen Nr. I 2,70 m, im Brunnen Nr. II 2,40 m.

Auf hier nicht wiedergegebenen Anlagen sind u. A. graphisch dargestellt die über den Gang des Grundwasserspiegels in den Bohrlöchern angestellten Beobachtungen, die mittleren täglichen Wasserquantitäten, wie solche aus den Diagrammen des oben erwähnten Registrirapparates bestimmt worden sind, ferner der Nachweis, dass in den Endterminen der verschiedenen Pumpversuche der Beharrungszustand eingetreten war, die beobachteten und berechneten Werthe der Absenkung des Grundwasserspiegels, die Depressionscurven etc.

Auf Grund seiner Beobachtungen und Berechnungen, auf die näher einzugehen hier nicht am Platze ist, kommt der Verfasser zu dem Resultate: „dass in dem Untergrunde des untersuchten Terrains pro Quadratmeter Querschnitt der wasserführenden Schicht mindestens 0,0031 Liter pro Secunde durchfliessen. Rechnet man nun die Mächtigkeit der wasserführenden Schichte, wie solche durch die Bohrungen ermittelt wurde, zu mindestens 16 Meter, so erhält man pro Kilometer Länge des Fassungsprofils ein zur Verfügung stehendes Wasserquantum von rund 50 Liter.“

III. Untersuchungen über die Qualität des Wassers.

Vom geförderten Wasser sind folgende Analysen von Mag. E. Johanson ausgeführt worden:

I. Probe vom Bohrloch Nr. 22, entnommen am 12. Juli 1889 aus einer Tiefe von 15,4 m unter Terrain; Temperatur $5,8^{\circ}$ R. In 75 cm langer Schicht fast vollkommen klar und nur wenig gelblich gefärbt.

II. Probe aus dem Versuchsbrunnen Nr. I, entnommen am 18. Juli 1889 aus einer Tiefe von 12 m; Temperatur

6,0° R. In 75 cm langer Schicht war das Wasser farblos und klar, fast wie destillirtes Wasser.

III. Probe aus Bohrloch Nr. 23 (in nächster Umgebung von Brunnen Nr. II), entnommen am 21. Juli 1889 aus einer Tiefe von 12,5 m; Temperatur 5,6° R. In 75 cm langer Schicht war das Wasser farblos und wenig opalisirend.

IV. Probe aus Bohrloch Nr. 20 (in unmittelbarer Nähe von Brunnen Nr. II), entnommen am 27. Juli 1889 aus 15 m Tiefe. Temperatur 5,6° R. In 75 cm langer Schicht war das Wasser kaum schwach gelblich gefärbt und sehr wenig getrübt.

V. Probe aus dem Versuchsbrunnen Nr. II, entnommen am 23. September 1889 aus 15 m Tiefe. Temperatur 5,4° R. In 75 cm langer Schicht war das Wasser klar und vollkommen farblos.

| Bestimmung pro 100,000 Theile. | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Abdampfrück- stand | 7,56 | 8,275 | 7,41 | 6,36 | 6,925 |
| Glührückstand | 5,035 | 5,400 | 4,81 | 4,185 | 4,985 |
| Trockenrück- stand | 5,70 | 6,100 | 5,41 | 4,91 | 5,280 |
| Glühverlust. . | 1,86 | 2,175 | 2,00 | 1,45 | 1,645 |
| Chlor | 0,355 | 0,390 | 0,4728 | 0,4135 | 0,3546 |
| Schwefelsäure | 0,752 | 0,4498 | 0,388 | 0,4807 | 0,3433 |
| Salpetersäure | nicht vorh. | nicht vorh. | nicht vorh. | nicht vorh. | Spur |
| Salpetr. Säure | äußerste Spur | „ „ | äußerste Spur | „ „ | „ |
| Ammoniak . . | nicht vorh. | „ „ | nicht vorh. | „ „ | nicht vorh. |
| Zur Oxydation verbraucher Sauerstoff. . | 0,0364 | 0,1195 | 0,1563 | 0,0644 | 0,086 |
| Gesammthärte | 2,812 | 3,6 | 3,312 | 3,13 | 3,78 |
| Bleibende Härte | 2,734 | 3,2 | 2,526 | 2,92 | 2,63 |

Ausserdem wurde noch von Professor M. Glasenapp eine Analyse des Wassers aus dem Versuchsbrunnen Nr. II, geschöpft am 23. September 1889 aus 15 m Tiefe, Temperatur 5,4° R., ausgeführt, welche folgende Resultate ergab:

Verdampfungsrückstand von 1 Liter Wasser im Mittel zweier Bestimmungen, getrocknet bei 180° C., = 0,0661 g. Der Rückstand schwärzt sich bei stärkerem Erhitzen nicht, dunkelt auch nicht nach, woraus hervorgeht, dass das Wasser nennenswerthe Mengen gelöster organischer Stoffe nicht enthält. Die Analyse des Verdampfungsrückstandes ergab:

Natron . . . 0,0024 g

Kali . . . 0,0009 „

Kalk . . . 0,0231 „

Magnesia . . 0,0060 „

Schwefelsäure 0,0007 „

Chlor . . . 0,0028 „

Kohlensäure . 0,0248 „

Kieselsäure . 0,0061 „

Summa 0,0668 g

Davon ab 0,0006 „ als Sauerstoffäquivalent des Chlors

bleiben übrig 0,0662 g.

Basen und Säuren, in der üblichen Weise zu Salzen gebunden, ergeben pro 1 Liter Wasser:

Kaliumsulfat 0,0015 g

Kaliumcarbonat . . . 0,0001 „

Natriumchlorid . . . 0,0046 „

Calciumcarbonat . . . 0,0413 „

Magnesiumcarbonat . . 0,0126 „

Kieselsäure 0,0061 „

Summa 0,0662 g.

„Ausserdem enthält das Wasser noch pro 1 Liter gelöst 0,0140 g halbgebundene Kohlensäure, deren Menge aber nicht hinreicht, die alkalischen Erden (Kalk und Magnesia) in Bicarbonate zu verwandeln, weshalb ein Theil derselben (etwa die Hälfte) als Monocarbonat im Wasser gelöst enthalten ist. Der Sauerstoffbedarf zur Oxydation der gelösten organischen Stoffe ist ausserordentlich minimal, beträgt pro 1 Liter Wasser 0,00022 g, wonach solche Stoffe nur in Spuren im Wasser vorhanden sind.“

„Von Wichtigkeit dürfte ferner sein, dass das Wasser trotz seiner grossen Weichheit (berechneter Härtegrad = 3,14) metallisches Blei nicht löst, während das Leitungswasser unter denselben Verhältnissen pro Liter 1,6 mg (= 0,0016 g) Blei aufgenommen hatte. Dies hängt offenbar mit der von dem Grundwasser nur in sehr geringer Menge absorbirten Luft und Kohlensäure zusammen, da diese die Lösung des Bleies sehr begünstigen. In dem gegenwärtigen Leitungswasser scheiden sich auf der Oberfläche der eingehängten Bleifolie zahlreiche Luftbläschen aus, während diese Erscheinung bei dem Grundwasser nicht wahrnehmbar ist. Bemerkt zu werden verdient endlich noch, dass das Grundwasser gänzlich frei von Eisenverbindungen ist.“

IV. Generelle Disposition der Wassergewinnungsanlage.

„Das für die Stadt Riga neu anzulegende Wasserwerk wird in Rücksicht auf die zu erwartende Vergrösserung, sowie auf den steigenden Wasserconsum so zu disponiren sein, dass dasselbe im Stande ist, ein mittleres Wasserquantum von 250 sl zu liefern; dieses Wasserquantum muss gegebenen Falls auf ein Maximum von 300 sl erhöht werden können. Es finden sich demnach für das neue Wasserwerk die Tagesförderquantitäten von 21,600 cbm im Mittel, resp. 25,920 cbm im Maximum.“

Da pro Kilometer Länge des Fassungsprofiles dem Untergrunde mit Beruhigung 50 sl entnommen werden können, so wird zur Deckung des maximalen Wasserquantums eine Fassungslänge von ca. 6 km erforderlich sein.

„Zur Erschliessung des Grundwassers können bei der constatirten Beschaffenheit des Untergrundes nur Rohrbrunnen zur Anwendung kommen, und zwar müssen die Filter dieser Brunnen ganz besonders construirt sein, um der drohenden Gefahr der Versandung vorzubeugen.“

„Nach den Ergebnissen der Quantitätsversuche scheint es zweckmässig, die Entfernung der einzelnen Brunnen von einander etwas zu vergrössern, und zwar dürfte eine Entfernung von 200 – 250 m von einander als zweckentsprechend erscheinen.“

4. Salm: Zweites generelles Project der Grundwasserversorgung ($Q = 200$ sl). 25. Mai 1890. Manuskript. Fol. 15 Seiten, nebst Kostenanschlägen.

Dem Vorschlage Smrekers sich anschliessend, wird vom Verfasser die Fassungsanlage in die Gegend gegenüber dem grossen Weissensee in der Höhe der 15. Werst NNWlich von der Petersburger Chaussée disponirt, und zwar derart, dass an jener Stelle die Mitte der Fassungsanlagen und die Pumpstation zu etabliren sei. Wohl ist er der Ansicht, dass sich dem Grundwasserstrom pro Kilometer Fassungslänge weit mehr werde entnehmen lassen, als die durch Smreker rechnerisch ermittelten 50 sl; doch wird aus Sicherheitsgründen diese Zahl bei der zu projectirenden Fassungsanlage zu Grunde gelegt und der letzteren Länge vorläufig zu 3,2 km festgestellt, unter der Voraussetzung, dass die Anlage derart ausgeführt wird, dass eine Verlängerung bis zu 4 km ohne Störung des Betriebes ausgeführt werden kann.

Der Kostenanschlag, über dessen Höhe man Seite 8 vergleichen wolle, bezieht sich auf ein zu erbauendes Werk für 200 sl durchschnittliche und 300 sl maximale Leistung, wobei die Disposition so getroffen, dass ohne Betriebsstörung die Anlage je nach Bedarf eine Erweiterung auf 400 sl erfahren kann. Da in den letzten 5 Jahren der Verbrauch von 113,63 auf nur 120,81 sl, also im Jahresdurchschnitt um 2 sl zugenommen hat, so wird eine Leistung von 200 sl zunächst für genügend erachtet, entgegen einer vom Stadtamt gewünschten Förderung von 360 sl im Durchschnitt und 480 sl im Maximum, die, weil die zunächst liegenden Bedürfnisse zu weit überschreitend, als unrationell bezeichnet werden muss.

Es werden ausserdem Gesichtspunkte für eine gewünschte eventuelle Versorgung einzelner Stadttheile links der Düna mit Leitungswasser aufgestellt.

5. E. Jürgens: Zur Wasserversorgungsfrage durch Grundwasser von Bellenhof. 6. Juni 1890. Manuskript. Fol. 8 Seiten.

Es wird die Möglichkeit eines pathologischen Einflusses des durch seine grosse Weichheit (geringer Gesamtgehalt an anorganischen Salzen) charakterisirten Bellenhofer Grundwassers auf den Organismus der Trinkenden ausgesprochen und befürwortet, bei den Verwaltungen der ein sehr weiches Wasser benutzenden Städte Frankfurt a. M., Freiburg i. Br., Heidelberg und Homburg Auskunft darüber zu erbitten, ob im Gefolge des Genusses der betreffenden Wässer irgend welche störende Erscheinungen zu Tage getreten seien. Ausserdem Anführung einiger Bedenken gegenüber ausreichender Quantität des Bellenhofer Grundwassers, wie

auch Angabe von Gesichtspunkten für eine etwaige Kostenverminderung.

6. Bürgermeisteramt Homburg v. d. Höhe: Antwortschreiben. 17./29. Juli 1890.

„Auf das gefällige Schreiben vom 11. d. Mts. erwiedere ich ergebenst, dass eine Grundwasserleitung hier nicht besteht. Die hiesige Wasserleitung wird theils von natürlichen Quellen im nahen Taunusgebirge, theils von durch Stollenarbeiten erschlossenen Wasserzufüssen gespeist. Die Quellen sind in einem am Fusse des Gebirges angelegten Hochbehälter zusammengeleitet und geht das Wasser von da durch eine eiserne Rohrleitung nach der Stadt. Das Wasser ist chemisch ganz rein und zu allen häuslichen Zwecken, insbesondere als Trinkwasser, vorzüglich geeignet, daher auch von schädlichen Einflüssen auf den Gesundheitszustand der hiesigen Bevölkerung selbstverständlich nie etwas wahrzunehmen gewesen.“

Gez.: *A. Schleussner.*

7. Der Stadtrath der Hauptstadt Freiburg (in Baden): Antwortschreiben. 17./29. Juli 1890.

„In Erledigung des geschätzten Schreibens vom 11. d. Mts. Nr. 138 beehren wir uns Ihnen das beiliegende Buch „Die Brunnenleitung der Stadt Freiburg“ mit dem ergebensten Bemerkten zu übermitteln, dass das hiesige Brunnenwasser von Zeit zu Zeit bacteriologisch untersucht wird. Nach den bisherigen Ergebnissen dieser Analysen lässt das Wasser an Reinheit nichts zu wünschen übrig und kann von irgend welchen schädlichen Einflüssen auf den Gesundheitszustand der Einwohnerschaft — auch der Kinder — absolut keine Rede sein.“ (Unterschrift.)

**8. Städtische Gas- und Wasserwerke Heidelberg:
Antwortschreiben. 19./31. Juli 1890.**

„Die dortseitige gefällige Zuschrift vom 11. d. Mts. Nr. 140 ist uns vom hiesigen Stadtrath, als hierher gehörig, überwiesen worden. Wir beehren uns Ihnen demzufolge ergebenst mitzutheilen, dass ein Leitungswasser um so besser sich als Brauch-, Nutz- und Trinkwasser eignet, je geringer sein Gehalt an organischen und unorganischen Substanzen ist. Das hiesige Leitungswasser ist ausserordentlich rein und weich und sind grosse Kosten nicht gescheut worden, es zu erhalten, während hartes Wasser billig zu haben gewesen wäre. Es ist daher auch die am Schluss Ihres gefl. Schreibens gestellte Frage (pathologische Wirkung) zu verneinen, beziehen doch die hiesigen ausgedehnten akademischen Kliniken und Krankenhäuser ihr Trinkwasser aus unserer Leitung, während sie ein kräftiges Dampf-pumpwerk besitzen, welches ihnen hartes Brunnenwasser zu sonstigen Verbrauchszwecken fördert.“

Gez.: *Fr. Eitner.*

**9. Magistrat der Stadt Frankfurt a./M.: Antwort-
schreiben. 21. Juli (2. August) 1890.**

„In Beantwortung der Anfrage vom 11. Juli cr. Nr. 137 beehrt sich der Magistrat zu bemerken, dass, soweit hierorts bekannt ist, irgend welcher schädliche Einfluss auf den Gesundheitszustand der hiesigen Bevölkerung, der mit der hiesigen Wasserversorgung in Verbindung gebracht werden könnte, durchaus nicht zu Tage getreten ist. Die Bevölkerung, früher an härteres Wasser gewöhnt, hat sich sehr rasch an das reine, weiche Wasser gewöhnt, und der Gesundheitszustand ist mit Ausnahme einer etwas stärkeren Verbreitung der Diphtherie, die aber jedenfalls mit der

Weichheit des Wassers nichts zu thun hat, und der Influenzaepidemie im letzten Winter, gerade in den letzten Jahren ein sehr günstiger gewesen.“

Gez.: *Der Magistrat.*

10. **O. Smreker: Entgegnung auf das sub 5 verzeichnete Schreiben.** 9./21. August 1890.
Manuskript. Fol. 9 Seiten

Entkräftung der von Jürgens gemachten Einwände.

11. **A. Thiem: Gutachten über die zukünftige Wasserversorgung der Stadt Riga.** 11./23. Aug. 1890.
Manuskript. Fol. 26 Seiten.

Begutachtung des „Zweiten generellen Projects der Grundwasserversorgung“ von Salm (siehe Nr. 4) und des Berichts von Jürgens (Nr. 5).

Beipflichtung zu Salms Ansicht, dass die vom Stadtamt gewünschte, dem Bauproject zu Grunde zu legende zukünftige Förderungsmenge von 480 sl maximal gegenüber einem derzeitigen Verbrauch von 171 sl ein zu grosser, unrationeller Sprung sei. Der Verfasser gelangt zum Vorschlag, das Werk auf 240 sl zu berechnen und für seine Entwicklungsfähigkeit besorgt zu sein. — Entkräftung der von Jürgens ausgesprochenen Befürchtungen. — Die Ergiebigkeit des Grundwasserstromes wird höher veranschlagt, als von Smreker angegeben. Eine Lieferung von 90 sl für einen Grundwasserstreifen von 1 km Breite sei mindestens zu erwarten. (NB. Smreker war bei seinen Untersuchungen unter Benutzung grosser Sicherheitscoefficienten bestrebt gewesen, das unter allen Umständen geringste mögliche Lieferquantum zu finden.)

12. **Salm: Zur Wasserversorgung der Stadt Riga durch Grundwasser von Bellenhof.** 22. Aug. 1890. Manuskript. Fol. 20 Seiten.

Eingehende Widerlegung der Bedenken Jürgens' (Nr. 5), insbesondere bezüglich der Bauausführung. Befürwortung des von Jürgens gemachten Vorschlages, an Stelle einer dem Grundbesitzer von Bellenhof zu leistenden Abfindungssumme für die Grundwasserentnahme den Ankauf des ganzen Gutes ins Auge zu fassen.

13. **Hygienisches Institut der k. Ludwig-Maximilian-Universität München: Gutachten über die Qualität des erbohrten Grundwassers auf dem Gute Bellenhof bei Riga.** 4./16. September 1890.

„Was die Qualität des durch Herrn Thiem für die Wasserversorgung der Stadt Riga empfohlenen Grundwassers anlangt, so muss sie als eine vorzügliche bezeichnet werden. Die chemischen Analysen der Herren Johanson und Glase-napp sind für die Beurtheilung genügend und bedarf es keiner bakteriologischen Untersuchung. In Wässern von dieser Reinheit und von dieser Temperatur kommt stets nur eine sehr geringe Zahl der gewöhnlichen unschädlichen Wasserbakterien vor; pathogene Mikroorganismen sind an ein besseres Futter gewöhnt und gehen deshalb in Brunnen-, Quell- und Flusswasser im Kampfe mit den akklimatisirten Wasserbakterien rasch zu Grunde.“

„Die Befürchtungen des Herrn Jürgens bezüglich der Qualität des erbohrten Grundwassers auf dem Gute Bellenhof theile ich nicht im geringsten. Sie beruhen auf der Annahme, dass das weiche Newawasser, das in St. Petersburg getrunken wird, Diarrhöen verursache und Skrophulose (englische Krankheit) der Kinder begünstige. Diese An-

nahme gehört sicher unter die vielen ätiologischen Irrthümer, zu welchen die sogenannte Trinkwassertheorie verleitet. Das Wasser ist ja ein Theil der Oertlichkeit. Wenn nun in einem Orte mehr Krankheiten vorkommen als in einem anderen, so liegt es allerdings nahe, zunächst ans Wasser zu denken, aber wo man die Thatsachen genauer prüft, wird man immer gezwungen, die Ursachen in anderen örtlichen und in klimatischen Verhältnissen zu suchen.“

„Wolffhügel spricht sich im Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen (II. Theil, 1. Abth. Wasserversorgung, Seite 76) sehr objektiv über die Wirkung der mineralischen Bestandtheile im Trinkwasser aus. Er führt z. B. an, dass auch in Paris namentlich die Fremden von Diarrhöen befallen werden, welche Diarrhöen man aber nicht vom Mangel an mineralischen Bestandtheilen, sondern vom grossen Gypsgehalt des dortigen Wassers ableitet. In Dorpat leitete man die bei Frauen und Kindern häufigen Diarrhöen von Brunnenwasser, von dessen Gehalt an Magnesiumchlorid und Magnesiumnitrat ab, und empfahl das weichere Quellwasser. In München wurde das Trinkwasser, welches einen hohen Gehalt an Kalkkarbonat besitzt, auch von Fremden oft beschuldigt, dass es diarrhöisch wirke, und in St. Petersburg soll aber das ausserordentlich kalkarme, weiche Newawasser das Gleiche thun!“

„Als München noch viel am Abdominaltyphus litt, beschuldigte man allgemein auch das Münchner Wasser. Seit Jahren ist die hohe Typhusfrequenz, welche in der ganzen Welt München als eine Peststadt verrufen machte, durch Assainirungsmassregeln verschwunden, ohne dass dabei der Aenderung des Wasserbezuges auch nur der geringste Antheil zugeschrieben werden kann. Wer sich darüber und überhaupt über die Trinkwassertheorie genauer unterrichten will, dem empfehle ich meine Schrift „Der epidemiologische

Theil des Berichtes über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera 1883 nach Aegyptien und Indien entsandten deutschen Commission“, welche dahier 1888 bei R. Oldenburg erschienen ist, von Seite 22 bis 56 zu lesen.“

„Um die für Riga wichtige Frage zu entscheiden, braucht man sich aber nicht auf theoretische Erörterungen einzulassen, da genügt schon die Beantwortung der einfachen Frage, ob es anderwärts Städte giebt, welche ein ebenso weiches, oder selbst ein noch weicherer Trinkwasser haben, als das Newawasser in Petersburg und das Grundwasser auf dem Gute Bellenhof bei Riga ist, ohne dass es nachweisbar gesundheitsschädlich wirkt.“

„Bunte hat jüngst für den deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern eine Zusammenstellung: „Chemische Beschaffenheit des Leitungswassers deutscher Städte“ veröffentlicht (Karlsruhe 1889), woraus man ersieht, dass ein Wasser wegen Mangels an mineralischen Bestandtheilen durchaus nicht als gesundheitsschädlich betrachtet werden kann, weil solches Wasser in Städten gebraucht wird, welche sich der besten Gesundheit erfreuen und von denen einige sogar als Kurorte aufgesucht werden.“

„Der Gehalt an mineralischen Bestandtheilen spricht sich sehr deutlich im Gesammtrückstand aus, welchen ein Wasser beim Verdampfen lässt. Das Newawasser giebt nach der Analyse von Dragendorff pro Liter 64, das Wasser von Bellenhof nach den Analysen von Johanson und Glasenapp im Mittel 75 Milligramm Rückstand. — Von den 69 von Bunte aufgeführten Städten haben 6 (Colmar in Elsass, Frankfurt a. M., Freiburg in Br., Heidelberg, Homburg und Remscheid) sogar ein noch weicherer Wasser als Bellenhof —, andere nur ein unbedeutend härteres Wasser (z. B. der Kurort Wiesbaden 82 Milligramm). Wasser mit 75–100 mg Rückstand pro Liter haben 5 Städte (Chemnitz, Iserlohn, Plauen, Siegburg und Wiesbaden).“

„Das Wasser von Bellenhof hat schliesslich noch zwei gute Eigenschaften: es ist eisenfrei, woran manches Grundwasser anderwärts leidet, und enthält keine freie, sondern nur halbgebundene Kohlensäure. Wässer, welche merkliche Mengen von freier Kohlensäure enthalten, greifen bekanntlich Metalle und namentlich auch Blei an, was Wasser mit nur halbgebundener Kohlensäure nicht thun.“

„Demnach braucht sich die Stadt Riga vor dem Wasser in Bellenhof nicht zu fürchten; im Gegentheil darf man der Stadt Glück wünschen, dass ihr ein so reines Wasser zur Verfügung steht.“

Gez.: *Dr. Max von Pettenkofer.*

14. **Salm: Filtrationsproject für 240 sl durchschnittlicher Leistung.** 28. November 1891.
Manuskript. Fol. 31 Seiten nebst Kostenanschlägen.

Darstellung des Wesens und der Aufgaben, der Leistung, Einrichtung und des Betriebes von Filtriranlagen.

Für 240 sl durchschnittliche = 360 sl maximale Leistung des Werkes bedarf es einer Filterfläche von 12,000 qm. Da die gegenwärtige Förderung des Wasserwerks fast genau die Hälfte der dem Project zu Grunde gelegten 240 sl beträgt, so kann es unbedenklich erscheinen, von einer zu erbauenden Filteranlage einstweilen die Hälfte unausgeführt zu lassen, wobei nur natürlich die Anlage so gestaltet werden muss, dass eine Vermehrung der Filter bis zur Grösse von 12,000 qm im Laufe der Jahre stattfinden kann.

Der Kostenanschlag des Filtrationsprojectes stellt sich für 120 sl auf 1,080,545 Rbl.

„ 240 sl „ 1,742,250 „

15. **Gutachten seitens einer Commission des Stadtbauamtes, betreffend Grundwasser- und Filtrations-Project.** 26. November 1892. Manuskript. Fol. 116 Seiten.

Nach einer historischen Einleitung über die betreffs einer Versorgung Rigas mit einwandfreiem Genuss- und Gebrauchswasser seit dem Jahre 1880 ausgeführten Untersuchungen, abgestatteten Berichte und geschehenen Verhandlungen zwischen den beteiligten städtischen Corporationen, wendet sich die Commission zunächst zum Grundwasserproject. In Betreff der Qualität des Bellenhofer Wassers greifen sie trotz der von den verschiedensten Seiten sachlich und eingehend widerlegten Bedenken Jürgens' auf diese zurück und sprechen ausserdem noch die unmotivirte Befürchtung aus, dass bei einer langjährigen Entnahme eines Quantums von 240 sl aus dem Bellenhofer Grundwasser Aenderungen der Eigenschaften desselben nicht ausgeschlossen seien. Auch betreffs der zu erwartenden Quantität des förderbaren Grundwassers sieht sich die Commission veranlasst, Bedenken zu erheben und gelangt schliesslich zu dem Resultate, „dass mit Sicherheit angenommen werden kann, dass mittelst der vom Director Salm angenommenen Fassungslänge das erforderliche Quantum Grundwasser nicht beschafft werden kann.“

Dass der Weg, auf welchem die Commission zu diesem unerwarteten Schlusse kommt, in manchen Punkten anfechtbar ist, dafür soll hier nur ein die Geologie berührendes Beispiel herausgegriffen werden. Es wird nämlich darauf aufmerksam gemacht, dass Smreker's Brunnen Nr. II „zufälliger Weise auf eine isolirte Kiesschicht gestossen“ sei, die sich im Gebiete des Brunnens I nicht mehr wiederfindet, weswegen ersterer bei der Wasserförderung ein wesentlich besseres Resultat ergeben habe als letzterer. Es ist nun aber durchaus nicht ausgeschlossen, dass dieser „Zufall“ sich bei einer dereinstigen Anlage der Fassung öfter wiederholen dürfte. Wer die Gegend zwischen Rodenpois und der Aa geologisch kennt, und wer vom geologischen

Gesichtspunkte aus die Angaben der Thiem'schen Bohrjournale betrachtet, wird vielmehr das gelegentliche Auftreten von Kieshorizonten in dem hier in Betracht kommenden Gebiete östlich des grossen und kleinen Weissen Sees geradezu erwarten müssen. Das Vorkommen von grobem Sande mit Geröllen in den meisten der Thiem'schen Bohrlöcher — darunter in den hier besonders in Betracht kommenden Bohrlöchern Nr. 2, 3, 4, 5, 6 a, 7, 7 a (31 m nordöstlich 7), 7 b (220 m südwestlich 7), in deren Gebiet die geröllführende Schicht stellenweise mit einer Mächtigkeit zwischen 10 und 15 m nachgewiesen worden ist — weist auf fluviatile Ablagerungen hin, die westlich bzw. nordwestlich des Kleinen, Grossen und Oger-Kangers im Untergrunde sehr verbreitet sein dürften, woselbst sie von den glacialen Kangerströmen abgesetzt worden sind. (Vergl. hierüber: B. Doss: „Die geologische Natur der Kanger im Rigaschen Kreise“. Festschrift des Naturforscher-Vereins zu Riga. 1895, sowie B. Doss: „Ueber einige Besonderheiten bei Dünen aus Rigas weiterer Umgebung“. Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXIX. 1896.)

Nachdem die Commission betreffs der Kosten des Grundwasserprojects zu dem Resultate gelangt ist, dass die Fassungsanlage bei Weitem zu eng projectirt sei und das Project für eine Summe von 1½ Millionen Rubel sich nicht werde realisiren lassen, sondern einen bedeutend grösseren Kapitalaufwand beanspruchen werde, formulirt sie folgenden Schlusssatz: „Das Project der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks vom 25. Mai 1890, welches mit einem Kostenaufwande von 1,500,000 Rbl. die Stadt mit Grundwasser vom Gute Bellenhof versorgen sollte, kann zur Ausführung nicht empfohlen werden.“

Im Gegensatz zu dieser ihrer ablehnenden Stellung gegenüber dem Grundwasserproject scheint die Commission dem Filtrationsproject mehr Sympathie entgegenzubringen und empfehlen zu müssen, dass sowohl das Erweiterungsproject A (siehe Seite 7) als auch das Filtrationsproject einer vollständigen detaillirten Neubearbeitung unterzogen werde. Hierbei zu berücksichtigende Gesichtspunkte finden Erwähnung.

16. **Salm: Entgegnung** auf das Gutachten der Commission etc. (Nr. 15). 12. Mai 1893. Manuskript. Fol. 75 Seiten mit Plänen und Zeichnungen.

Eingehende Widerlegung der von Seiten der „Commission“ gegen die Qualität des Bellenhofer Grundwassers erhobenen Bedenken, unter reichlicher Anführung von Citaten aus anerkannt hervorragenden Werken über Grundwasserversorgung. Die seitens der „Commission“ gehegte Meinung über eine zu geringe Ergiebigkeit des Grundwasserstromes wird nicht getheilt. Zurückweisung einiger erhobener Einwände bezüglich der Brunnenconstruction sowie anderer technischer Facta, wie auch eingehende technische Bemerkungen und Entgegnungen zu den im Commissions-Gutachten monirten Punkten, das Filtrationsproject betreffend, bezw. Darlegung der Gründe, aus denen manche Vorschläge der Commission zur Ausführung zu bringen sich verbietet.

Der Verfasser schreibt an einer Stelle: „Ich habe im Vorstehenden versucht, der ungünstigen Beurtheilung des Grundwasserprojectes nach Möglichkeit entgegenzutreten. Ich bin der Ueberzeugung, dass eine Stadt für eine Grundwasserversorgung weit mehr Geld ausgeben darf, als für eine Filteranlage. Alle Autoritäten auf dem Gebiete der Hygiene und der Centralwasserversorgung betonen energisch, dass nur eine rationelle Grundwasserversorgung alle Gefahren der Infektion durch Wasser beseitige. Der Reinigungsprocess, wie er sich in der künstlichen Filtrationsanlage vollzieht, ist ein sehr subtiler, der fortwährend bakteriologisch überwacht werden muss, und wenn durch diese fortlaufende bakteriologische Untersuchung in dem einen oder anderen Falle eine mangelhafte Filtration nachgewiesen wird, dann ist die Gefahr, welche aus einem solchen mangelhaft filtrirten Wasser entstehen kann, schon längst in das Consumgebiet

übergetreten, und die Correcturen in der Filtration, welche durch Erkennen einer zeitweise mangelhaften Filtration disponirt werden, kommen immer zu spät.“

17. **M. Glasenapp: Wie ist die Frage der Wasserversorgung Rigas zu lösen.** Sep.-Abdr. aus der „Düna-Zeitung“. Okt. 1894. Fol. 4 Seiten.

Bezugnehmend auf Verhandlungen und Beschlüsse der Stadtverordnetenversammlung vom 19. Sept. 1894, welche im Hinblick auf zu ergreifende Massregeln gegen eine etwaige künftige Ausbreitung der Cholera bezweckten, die Wasserversorgung der Stadt im Allgemeinen von der Versorgung mit Trinkwasser aus gesonderten, in der Stadt zerstreuten artesischen Brunnen zu trennen, wird vom Verfasser betont, dass eine solche Lösung der Wasserversorgungsfrage als eine glückliche nicht zu bezeichnen sei. Obwohl es als unumstössliche Thatsache zu gelten habe, dass das Wasser als hauptsächlicher Infektionsvermittler bei der Cholera in Betracht komme, unterliege es ebenso wenig einem Zweifel, dass das jetzige Leitungswasser bei den beiden letzten Choleraepidemien keinerlei Rolle gespielt habe, wiewohl ihm auch sonst alle wesentlichen Eigenschaften eines guten Gebrauchswassers abgehen. Andererseits sei das Wasser der artesischen Brunnen mit nur wenigen Ausnahmen als Trinkwasser wegen seines übergrossen Gypsgehaltes durchaus nicht zu empfehlen, und in der grossen Mehrzahl der Fälle für diesen Zweck, desgleichen zur Bereitung von Speisen, gänzlich ungeeignet. Eine Anlage von artesischen Brunnen sei nur an den todten, allerhand Verunreinigungen ausgesetzten Armen der Düna, von denen aus die Epidemie sich verbreiten kann, zu befürworten¹⁾.

¹⁾ Man kann sich mit allen diesen, hier nur zum Theil skizzirten Ausführungen durchaus einverstanden erklären.

Es wird sodann die Meinung ausgesprochen, dass in nächster Nähe der Stadt sich ein ganz vorzügliches artesisches Brunnenwasser befinde, und hieran ein neuer Vorschlag der Wasserversorgung Rigas geknüpft. Aus der Thatsache nämlich, dass der Gypsgehalt der Rigaer Tiefbrunnenwässer im Allgemeinen von N nach S zunimmt, dass an der nordöstlichen Grenze der Stadt, in der Gegend des Alexanderthores, sich ganz gypsfreies Wasser finde, während andererseits das linke Dünaufer fast durchgängig artesische Brunnen mit sehr hohem Gypsgehalt aufweise, wird unter gleichzeitigem Hinweis auf den geologischen Bau der baltischen Gouvernements geschlossen, dass das artesische Wasser im Untergrunde Rigas eine von N nach S gerichtete Stromrichtung besitze¹⁾. Diese von N herkommenden, in den unterdevonischen Sanden reichlich circulirenden weichen, gypsfreien Wässer gelangen an der nördlichen und nordöstlichen Peripherie der Stadt unter die hier auskeilenden gypshaltigen Dolomitschichten des Mitteldevons, lösen den Gyps auf und reichern sich mit diesem, indem sie ihren Lauf nach S fortsetzen, immer mehr an, mitunter bis auf die Concentration einer gesättigten Gypslösung.

„Will man daher die Stadt mit artesischem Brunnenwasser versorgen, so muss die Entnahme desselben stattfinden, bevor es unter die Gypszone des Stadtbodens eintritt, d. h. etwa nordöstlich vom Alexanderthor.“ Es wird darauf vorgeschlagen, an letzterer Stelle zunächst einen Versuchsbrunnen anzulegen und dessen Ergiebigkeit zu prüfen. Auf die weitere Skizzirung des Projectes einzugehen, dürfte sich hier nicht als nöthig erweisen.

¹⁾ In einer ausführlicheren Abhandlung M. Glasenapp's (Rigasche Industrie-Zeitung 1893, S. 48) wird auf einen „im Allgemeinen NO—SW bis N—S gerichteten Lauf“ des Tiefwassers im Unterdevon geschlossen.

Es geben mir die vorstehend skizzirten Ansichten Herrn Prof. Glasenapp's über den Vorgang der Gypsanreicherung in unseren artesischen Gewässern Gelegenheit, meine eigene Meinung über diesen Gegenstand hier auszusprechen. Bei einem Versuch, den Verlauf des artesischen Wassers zu ermitteln, ist von grundlegender Bedeutung eine genaue Kenntniss des tektonischen Baues derjenigen Formation, welche das Wasser führt. Streich- und Fallrichtung der wasserundurchlässigen Schichten — hier der unterdevonischen Thone — ist, da in letzteren Verwerfungen und Klüfte keine ausschlaggebende Rolle spielen, zunächst das allein Massgebende. Nun weist der tektonische Bau des Devons in der weiteren Umgebung Rigas darauf hin, dass die Bewegungsrichtung der in den unterdevonischen Sanden circulirenden Tiefwässer im Allgemeinen eine von ONO nach WSW gerichtete sein muss. Die gesammten Devonschichten erheben sich nämlich von Riga aus nach ONO. Dabei darf man aber nicht etwa an eine schiefe Ebene denken, sondern es liegen Bodenfältelungen vor, derart, dass flache Mulden und flache Sättel abwechseln — ihre Längsentwicklung = Streichrichtung ist SSO—NNW —, wobei nach Osten hin zu gleicher Zeit diese gefältelten Schichten in immer höheres Niveau aufsteigen. Das im Gebiete des Unterlaufes der Livländischen Aa in die unterdevonischen lockeren Sandsteine bzw. Sande einsickernde Meteorwasser muss nun, der allgemeinen Schichtenneigung entsprechend, einen Lauf nach WSW einschlagen, also auch in den Untergrund Rigas gelangen. Dass nun gerade hier dieses artesische Wasser sehr häufig infolge des übergrossen Gypsgehaltes eine so unerwünschte Qualität annimmt, hat weniger seinen Grund darin, dass jene Wässer an der Grenze von Mittel- und Unterdevon mit gypshaltigen Schichten in Berührung kommen und sich auf diese Weise mit Gyps beladen — denn die Gypslinsen finden sich, und zwar sporadisch, in dem Düna-Gebiete nur in der oberen Etage des Mitteldevons — als vielmehr darin, dass in dem Untergrunde Rigas, und zwar in dem der Düna benachbarten Rayon, eine gypsreiche Zone, zum grösseren Theil an einen flachen SSO—NNW streichenden Schichtensattel gebunden, verläuft, und dass nun das von der Oberfläche und dem Dünabett aus in die vielfach zerklüfteten Dolomite eindringende Meteorwasser auf diesem seinen Wege Gyps löst und sich beim Niedersinken in die unterdevonischen Sande mit dem dort vorhandenen, von weit her gekommenen Tiefwasser mischt. Dass in dem über dem Sattel liegenden, der Düna östlich und westlich benachbarten Stadttterrain man bei niedergebrachten artesischen Bohrungen gypsreiches Wasser antrifft, ist hiernach leicht einzusehen, desgleichen aber auch, dass, je weiter man sich von dem Boulevardring aus nach ONO entfernt, man auf relativ immer weniger gypshaltiges Wasser stossen wird.

Dies ist im Allgemeinen die Grundlage für den Stromstrich und den Gypsgehalt des Tiefwassers im Untergrunde Rigas. Im Speciellen können sich locale Abweichungen ergeben, für die mehrere Ursachen in Betracht kommen können. So ist z. B. der diluviale sandige Geschiebemergel, welcher das Niedersinken des Meteorwassers nicht aufhebt, wohl aber erschwert, nicht überall entwickelt, er ist stellenweise postglacialer Erosion anheimgefallen; demnach ist der Wasserzutritt zur gypshaltigen Dolomitregion an verschiedenen Stellen ein verschieden intensiver. Klüfte im Dolomit vermögen das Sickerwasser in der Horizontalen abzuleiten. Eine Einbauchung des oben erwähnten Schichtensattels, welche sich zwischen dem Wasserwerk und der Spilwegegend nachweisen lässt, vermag den unterirdischen Wasserlauf ebenfalls zu modificiren und bewirkt überhaupt, dass die tektonischen Verhältnisse des Unterdevons im Untergrunde Rigas ziemlich verwickelte sind. Dadurch werden aber die Versuchsbohrungen zur Feststellung der Ergiebigkeit des im Unterdevon verlaufenden Tiefwasserstromes erschwert und in ihren Resultaten unsicher gemacht.

18. **C. Wladimiroff: Project zur Erweiterung der Wasserversorgungsanlage der Stadt Riga.**
8. Januar 1895. Manusk. Fol. 127 Seiten,
nebst Druckmessungsprotokollen und 15 Blatt
Zeichnungen.

Die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegenden Aufgaben sowie die in einer Einleitung gegebenen allgemeinen Resultate sind bereits im Bericht des Herrn von Boetticher eingehend hervorgehoben (S. 14 ff.). Die Untersuchungen beziehen sich auf das Folgende:

Die tägliche Förderung. Das Tagesmaximum verhält sich auf Grund der Betriebsergebnisse der Jahre 1882/83 bis 93/94 zum jährlichen Tagesmittel wie 1,36 : 1. Dieses Verhältniss wird sich aber in Zukunft, da zur Zeit das Wasserwerk den Bedarf an Maximaltagen einfach nicht zu liefern vermag, schätzungsweise auf 1,5 : 1 steigern. Einer zukünftigen Leistung von 240 sl am Tage des Maxi-

malconsums entspricht ein zukünftiges Tagesmittel von 13,824 cbm.

Stundenmaximum und Stundenminimum. Es wird für zukünftige Verhältnisse angenommen: Stundenmittel 240 sl, Stundenmaximum 384 sl, Stundenminimum 96 sl.

Die Grösse des Reservoirs. Aus dem Werthe des gegenwärtig grössten fluctuirenden Quantums berechnet sich als erforderliche Grösse eines neuen Reservoirs 2200 cbm, eine Grösse, die jedoch aus localen Gründen unseres Wasserconsums als für die Zukunft entschieden zu klein erachtet wird. Unter schätzungsweiser Zugrundelegung eines zukünftigen Fluctuationsquantums von 15 % des Tagesquantums gegenüber 10,7 % als Maximum der letzten 5 Jahre, ergibt sich als Reservoirinhalt 3100 cbm; für die Praxis wird die Anlage zweier Reservoirs à 1600 cbm empfohlen.

Die Trace des neuen Hauptstranges. Resultat: „Der Strang hat sich vom Wasserwerk aus auf dem kürzesten Wege zu dem neu zu versorgenden Theile der Moskauer Vorstadt zu wenden, tangirt diesen sowohl wie den schlecht versorgten nordöstlichen Ausläufer der Petersburger Vorstadt auf der ganzen 2650 m langen Strecke vom Anfang der Matthäistrasse bis zur Nicolaistrasse. Er versorgt den 10“ in der Ritterstrasse liegenden Strang und ermöglicht erst dadurch eine Ausnutzung dessen Leistungsfähigkeit.“

Die Lage des Hochbehälters. Wenn an der Bedingung festgehalten wird, das Reservoir so zu placiren, dass es sowohl bei einer Versorgung der Stadt mit Düna- wasser, als bei einer solchen mit Grundwasser von Bellenhof an geeigneter Stelle erscheint, so kann unter 5 Varianten auf das städtische Grundstück an der Ecke der Dorpater und Ritterstrasse als auf den einzigen zur Verfügung stehenden Platz hingewiesen werden, welcher beiden Forderungen in hinreichender Weise zu genügen vermag. Jene 5 Vari-

anten sind: in der Nähe des Schützengartens, in der Umgegend des Kriegshospitals, in der Nähe des alten Reservoirs, an der Ecke der Dorpater und Ritterstrasse, auf dem Griesenberge.

Die Maschinenanlage. Die von Herrn Director Salm verlangte gänzliche Ausschaltung der verticalen Maschinen des Wasserwerks wird nach Untersuchung von Seiten des Verfassers auf das Entschiedenste befürwortet. Als nothwendige Ergänzung zu den beiden schon vorhandenen liegenden Maschinen sind noch aufzustellen 2 Maschinen von 79 HP, sowie eine Reservemaschine von gleicher Art und Grösse; ausserdem 2 Kessel.

Die Wasserentnahme. Der Bau eines von der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks schon früher vorgeschlagenen Parallelcanals für die Wasserentnahme aus der Düna wird für durchaus nothwendig erachtet, wenn nicht unverzüglich zur Beschaffung neuer Bezugsquellen für das Versorgungswasser geschritten wird.

Es folgen „Rechnungsgrundlagen“, welche enthalten: 1) statistische Tabellen über den Jahresverbrauch, Tagesmittel, -maxima und -minima, sowie die Fluctuationsverhältnisse; 2) die Grundlagen zur Berechnung des Rohrsystems; 3) Versuche zur Feststellung des Grades der Verschlammung in den älteren Wasserhaupttröhren; 4) Berechnung der gegenwärtig herrschenden Wasserpressungen an den einzelnen Stellen des bestehenden Rohrnetzes; 5) Ermittlung der günstigsten Förderhöhe.

Zum Schluss werden die einzelnen Ausführungs-Varianten für die Correction des Rohrsystems nebst Aufstellung des Reservoirs dargelegt und Kostenanschläge entworfen. Ueber die Grenzen, in welchen sich letztere bewegen, vergl. Seite 17.

19. **A. Thiem: Bericht über die Erweiterung des Wasserwerks der Stadt Riga.** 1. December 1895. Manuskript Fol. 19 Seiten.

Von der Verwaltung des Gas- und Wasserwerks waren dem Verfasser drei Fragen zur Beantwortung vorgelegt worden, die im Nachstehenden der Reihenfolge nach behandelt werden. Die erste lautet:

„Ist auch unter den gegenwärtigen Verhältnissen mit Bestimmtheit anzunehmen, dass innerhalb der Grenzen des Gutes Bellenhof die für die Versorgung der Stadt Riga erforderlichen Quellwasserquantitäten (240 sl) zu gewinnen sein werden?“

Diese Frage wird mit Ja beantwortet und die Richtigkeit dieser Beantwortung dann näher dargelegt und begründet. Dabei wird aus den Smrekerschen Versuchen eine Ergiebigkeit des Grundwasserstromes von 120 sl für einen Kilometer Breite berechnet. Dann heisst es weiter:

„Die Regelmässigkeit der Horizontalcurven des Grundwassers auf dem südöstlichen Ufer der Seen und die gute Uebereinstimmung der Schichtenfolgen lassen ferner den Schluss zu, dass die hydrologischen Zustände auch ausserhalb des untersuchten Entnahmegebietes beider Brunnen sich wesentlich nicht ändern werden¹⁾.“

„Für Gewinnung von 240 sl sind demnach 2000 m Fassungslänge nothwendig. Am südlichen und südöstlichen Ufer des grossen weissen Sees sind aber 3000 m Fassungslänge benutzbar und am südöstlichen Ufer des kleinen weissen Sees mindestens 2000 m. Die verfügbare und benutzbare Fassungslänge beträgt demnach das 2^{1/2}-fache derjenigen, die nach dem Versuch nothwendig ist.“

1) Dem ist ohne jede Einschränkung zuzustimmen.

„Wie mir angegeben wurde, ist im Mai dieses Jahres der Stau der Bellenhofer Mühle durch Auflassung dieses Werkes theilweise beseitigt und dadurch der Spiegel der weissen Seen gesenkt worden. Die Senkung übersteigt jetzt 0,5 m.“

„An der Ergiebigkeit des Grundwasserstromes ist durch diese Vornahme nichts geändert worden; nur die Spiegel der kleinen Seen im Gelände südöstlich von den weissen Seen und mit ihnen der Spiegel des Grundwassers in demselben Gelände hat eine entsprechende Senkung erfahren. Der von mir Ende Oktober d. J. besichtigte Salles-See zeigte diese Senkung in ganz auffälliger Weise, und ein gleiches Verhalten sollen der Langsting-, Seksche- und Wendsche-See zeigen.“

„Hierdurch ist in einer unwiderleglichen und überzeugenden Weise der gegenseitige hydraulische Zusammenhang des Grundwassers im genannten Gelände nachgewiesen und die aus den Bohrungen abgeleiteten Ergebnisse haben dadurch ihre volle Bestätigung erfahren.“

„Durch die Spiegelsenkung der weissen Seen ist am südlichen und südöstlichen Ufer des grossen weissen Sees ein Uferstreifen von etwa 100 bis 200 m Breite und etwa 300 m Länge freigelegt worden; einen ähnlichen Zustand wird das südöstliche Ufer des kleinen weissen Sees erlangt haben. Auf diesem Uferstreifen treten allenthalben kleine Grundwasserläufe in grosser Anzahl zu Tage und fliessen mehr oder weniger vereinigt in den See. Auch diese hydrologische Erscheinung bestätigt die Richtigkeit der aus den Bohrungen abgeleiteten Schlüsse.“

„Das nordwestliche Ufer des grossen weissen Sees bietet diese Erscheinung nicht und von ihm ist als Bezugsort oder Fassungsart in meinen Berichten auch niemals die Rede gewesen. Die Grenze zwischen dem trockenen und

dem mit Grundwasserzügen durchfurchten Uferstreifen ist eine ziemlich scharfe; sie liegt bei der Landzunge etwa 300 m östlich von Bohrloch I und an der Wurzel der Landzunge nach Kirche Neuermühlen.“

„In meinem Bericht vom Januar 1883 ist die Abflussmenge des kleinen weissen Sees in den grossen, nicht aber die Abflussmenge beider Seen bei Bellenhof genannt worden. Die Messung der letzteren wurde durch den wechselnden Betrieb der Mühle zur Unmöglichkeit gemacht. Wenn durch den Stau der Mühle der Spiegel des grossen weissen Sees nur um einen Millimeter gehoben wurde, so war dies gleichwerthig mit einer Aufspeicherung von 6300 cbm. Rechnet man noch mit den Einflüssen der Dünung, der auch diese Seen unterliegen, so ersieht man ohne Weiteres die groben Irrthümer, denen man bei einer einschläglichen Messung ausgesetzt ist. Die Auflassung der Mühle ermöglicht aber jetzt, die Abflussmenge beider Seen zu messen. Eine am 27. Oktober d. J. mit unvollkommenen Hilfsmitteln vollzogene Messung ergab eine Abflussmenge von nicht weniger als 1000 sl. Es ist nothwendig, mit vollkommenen Hilfsmitteln diese Messung zu wiederholen und laufend fortzusetzen, denn eine vereinzelte Messung entscheidet nicht darüber, ob seit Mai dieses Jahres der Beharrungszustand in der Speisung und der Abgabe der Seen eingetreten ist.“

„Auf alle Fälle liegt in diesem sichtbaren Abfluss, der mit geringfügigen Ausnahmen vom Grundwasser erzeugt wird, eine Erscheinung von derselben demonstrativen Qualität, wie sie im fliessenden Wasser der Düna liegt.“

„Trotzdem diese Gründe hinreichend sind, die oben gestellte Frage mit Ja beweiskräftig zu beantworten, weise ich noch auf ein anderes Verfahren hin, Grundwasser zu erzeugen.“

„Ich habe in jüngster Zeit für die Städte Essen, Dessau und Eulenburg hydrologische Untersuchungen ausgeführt und dabei gefunden, dass eine Entfernung von 80—150 m zwischen der Fassungsanlage und dem Flussufer hinreicht, dem in den Untergrund eintretenden Flusswasser der Ruhr bezw. der Mulde alle Eigenschaften des Grundwassers zu verleihen, also Bacterienfreiheit, Klarheit und constante Temperatur. Für Essen stützt sich das neue Project auf diese Art der Umwandlung von Fluss- in Grundwasser; ich betone jedoch, dass dies überhaupt nur in besonderen Fällen und unter sehr günstigen Nebenumständen auf die Dauer möglich ist und keineswegs Regel sein kann.“

„An den südöstlichen Seeufern sind aber diese Vorbedingungen erfüllt. Da ferner mit dem Besitz des Gutes Bellenhof auch die freie Verfügung über die Seen verbunden ist, so könnte durch eine Schützenvorrichtung im Ausflussgraben der Seen deren Abflussmenge geregelt und verkleinert und zur Grundwassererzeugung verwendet werden.“

„Ich weise lediglich deshalb auf diese Art der Grundwassererzeugung hin, um eine Antwort auf die Frage zu geben: Woher ist das Wasser zu beschaffen, wenn der Bedarf der Stadt auf etwa 600 sl gestiegen sein wird?“

„An der dauernden Filterfähigkeit der Seesohle ist nicht zu zweifeln; der feine Dünensand wird, wie die örtliche Beobachtung lehrt, schon durch unbedeutenden Wellenschlag umgearbeitet, und starke Winde machen ihre Wirkung auf Grund von anderweitigen Beobachtungen bis in Tiefen von 5—6 Meter geltend. Unorganischer Schlamm ist auf dem Seeboden und am Ufer nicht vorhanden und organische Masse vermag die Filterfähigkeit nicht aufzuheben.“

„Im Besitz des Gutes Bellenhof liegt somit nach allen diesen Auseinandersetzungen die sichere Gewähr für den

dauernden Bezug des für die Stadt nöthigen Versorgungswassers.“

„Ich wende mich zur zweiten Frage, sie lautet:

„Wie hoch werden sich annähernd die Kosten belaufen, welche für Zuleitung des Bellenhofschen Quellwassers in der Quantität von 240 sl zur gegenwärtigen Pumpstation zu verwenden sein werden? (Die Kosten der Anlage, nicht des Betriebes).“

„Die Beantwortung dieser Frage bedingt die vorangehende Bestimmung der Grundzüge der baulichen Anlagen; sie bestehen in: Wasserfassung, Hebung des Wassers auf die für den Abfluss nothwendige Höhe und Leitung des Wassers von der Hebananlage nach dem bestehenden Werk. Ich muss hervorheben, dass es nur Grundzüge sind, die besprochen werden sollen, und muss bitten, sie nicht mit einem ausgearbeiteten Project zu verwechseln. Trotzdem liegt in diesen Grundzügen eine hinreichend sichere Führung für die Wahl der Erweiterungsart. Die Wasserfassung soll eine Länge von 2500 m erhalten und aus 126 Rohrbrunnen im gegenseitigen Abstand von je 20 m bestehen. Die Brunnen werden an eine Heberleitung gekuppelt, deren mittlerer Durchmesser 600 mm betragen soll. Die Dichtungen werden durch Gummi bewirkt.“

„Die jetzige Senkung des Seespiegels und die dadurch bewirkte Trockenlegung eines Uferstreifens ermöglicht die Fassung an den Böschungsfuss der Sandberge zu legen, die früher das Ufer bildeten. Der Abstand der Fassung von der jetzigen Uferlinie beträgt jetzt schon mehr als 100 m; er kann durch weitere Senkung des Spiegels, die noch möglich ist, noch vergrößert werden.“

„Das Gelände am bestehenden Wasserwerk cotirt 6,0 m, der Wasserspiegel der Seen etwa 0,0 m. Die Senkung in der Fassung soll mit 4 m angenommen werden, so dass sich eine geodätische Förderhöhe von 10 m ergibt.“

„Vorbehaltlich genauer Auswerthung des wirthschaftlichen Durchmessers der Zuleitung von der Fassung zum bestehenden Werk nehme ich denselben angenähert mit 0,650 m an. Die Beförderung von 240 sl in einem Rohre dieses Durchmessers bedingt einen Reibungsverlust von 1,05 m Wassersäule auf 1000 m nach Weisbach und 0,86 m nach Darcy; es werde 1 m angenommen. Die Länge der Zuleitung, von der noch später die Rede sein wird, beträgt 14,5 km, und es entfallen 14,5 m Reibungsverluste auf sie. Die manometrische Förderhöhe ist demnach $10 + 14,5 = 24,5 \text{ m}$.“

„Die höchste Arbeitsleistung ergibt sich demnach zu : $\frac{25 : 240}{75} = 80 \text{ Ps}$; sie soll mit 2 Maschineu von je 40 Ps erzeugt werden und es soll eine dritte Maschine gleicher Leistung in Reserve stehen. Dieselbe Theilung gilt für die Dampfkessel.“

„Der Standort der Hebungsanlage liegt am alten Seeufer zwischen Bohrloch 1 und 2, etwa 700 m vom letzteren entfernt. Die Zuleitung führt von der Hebungsanlage im schiefen Winkel zur Petersburger Chaussée, folgt ihr mit Kreuzung des Jägelflusses bis nahe an die Alexanderpforte und wendet sich von dort nach dem Wasserwerk.“

„Um die Schwankungen zwischen der Förderung der Hebungsanlage am weissen See und der des bestehenden Werkes auszugleichen, ist in der Nähe des letzteren ein Ausgleichsbehälter von etwa 1000 cbm Inhalt in Flurhöhe zu erbauen.“

„Die Baukosten werden betragen:

1) Wasserfassung:

| | | |
|--|--------|------------|
| 126 Rohrbrunnen, je 400 R. = R. | 50,400 | |
| 2500 m Rohrleitung, im Durchschnitt je 36 R. = „ | 90,000 | |
| Sammelbrunnen = „ | 3,600 | |
| | | R. 144,000 |
| Transport | | R. 144,000 |

| | | | |
|---------------------------------|--------------|---------|---------------------------------|
| | Transport R. | 144,000 | |
| 2) Hebungsanlage: | | | |
| 3 Dampfpumpen je 40 Ps, je | | | |
| 20,000 R. | = R. | 60,000 | |
| 3 Kessel je 4500 R. | = „ | 13,500 | |
| Gebäude, Einfriedigung, Wege, | | | |
| Telegraph | = „ | 40,500 | |
| | | | „ 114,000 |
| 3) Zuleitung: | | | |
| 14,500 m Rohr von 650mm D., | | | |
| je 40 R. | = R. | 570,000 | |
| Die Jägelkreuzung | = „ | 20,000 | |
| | | | „ 590,000 |
| 4) Ausgleichsbehälter | „ | 12,000 | |
| | | | <u>Summa 1 bis 4 R. 860,000</u> |

Der Sicherheit wegen möge zu diesem Betrage 20%, also 172,000 Rbl., zugeschlagen werden, wodurch er sich auf 1,032,000 Rbl. erhöht.“

„In meinem Bericht vom Januar 1883 sind die Baukosten derselben Anlage ohne 20 % Zuschlag auf nur 452,000 Rbl. veranschlagt. Die Gründe gehen aus den Vordersätzen des Anschlages und den dabei gemachten Annahmen hervor“.

Hierauf werden die Gründe dargelegt, welche den grossen Unterschied in den Kosten des Projectes von 1883 und des gegenwärtigen bedingen. Die oben besprochenen hydrologischen Erscheinungen bei der jüngsten Seespiegel-senkung belehrten, dass die Hebungsanlage um 1 km von Riga weiter ab anzulegen sei. Das entspricht einem Kostenzuwachs von 40,000 Rbl. In den Kosten für die Fassungs-länge ergibt sich gegen früher eine Differenz von 54,000 Rbl. Die Hauptverschiedenheit beider Kostenanschläge liegt aber in dem Umstande, dass an Stelle einer früher projectirten Kanalleitung durchgängig Gussrohrleitung sich als nöthig

erweist, und dass die Leitung von der Jägelbrücke aus wegen zwischenliegender Moore nicht auf dem kürzesten Wege zum bestehenden Wasserwerk geführt werden kann, sondern den Umweg über das Alexanderthor machen muss (Unterschied 330,000 Rbl.). Ausserdem sind jetzt grössere Maschinen projectirt.

Nach einem Hinweis darauf, dass der Gebrauchswerth des bestehenden Wasserwerks sich wegen nöthigen Maschinenersatzes seit 1882 bedeutend vermindert und daher auch das Gewicht der Rücksichtnahme auf das alte Werk sich verkleinert hat, werden vom Verfasser die Grundzüge eines **neuen Projectes** entworfen.

„Die neuen Vorschläge sind: Standort, Construction und Abmessung der Fassungsanlage bleiben unverändert, ebenso der Standort der Hebungsanlage wie oben beschrieben; in der Hebungsanlage wird jedoch das Wasser bis zu der für die Stadtversorgung nothwendigen Höhe gehoben und in demselben Leitungszuge, wie oben, bis zur Alexanderpforte geführt; von dort wird es in wenig veränderter Richtung unter Benutzung geeigneter Strassen bis zum Schwerpunkt des städtischen Verbrauches geführt, und unter Anschluss an die Leitung des bestehenden Stadtrohrnetzes unmittelbar zur Versorgung der Stadt verwendet. Der zum Ausgleich der Verbrauchsschwankungen nothwendige Hochbehälter ist allen Erweiterungsarten eigenthümlich und seine Baukosten bleiben deshalb hier zunächst ausserhalb der vergleichenden Abwägung. Ueber die Wasserfassung sind schon oben alle zum Verständniss nothwendigen Angaben gemacht.“

„Die Förderhöhe der Dampfmaschinen ergibt sich aus nachstehender Summation: Höchste Terraincote in der Stadt 11 m, nutzbarer Versorgungsdruck daselbst 20 m, der Wasserspiegel der Seen cotirt auf 0,0 m, nutzbarer Wasserstand im Hochbehälter 6 m, Senkung des Wasserspiegels

der Fassung 4 m, so dass sich eine geodätische Förderhöhe von 41 m ergibt.“

„Der höchste zu versorgende Punkt der Stadt liegt in der Nähe der Kreuzung der Alexander- mit der Gertrudstrasse, seine der Rechnung unterzulegende Entfernung von der Alexanderpforte ist rund 2300 m, die Entfernung von der Hebungsanlage bis zu dieser Pforte ist 10,000 m und somit die für Berechnung der Reibungswiderstände zu benutzende Länge 12,300 m. Die Widerstände betragen dann 12,3 m Wassersäule und die geodätische Förderhöhe der Dampfmaschinen ist 53,3, rund 54 m.“

„Die höchste Arbeitsleistung der Pumpen ergibt sich demnach zu $\frac{54 \cdot 240}{75} = 173$ Ps; sie soll mit zwei Maschinen von je 87 Ps erzeugt werden, und es soll eine dritte Maschine gleicher Leistung in Reserve stehen. Dieselbe Theilung gilt für die Dampfessel.“

„Der Durchmesser der Leitung nach der Stadt bleibt vorläufig ungeändert, 650 mm, denn für ihn gelten unter allen Umständen dieselben wirtschaftlichen Rechnungen, deren Grundwerthe in einem Bauproject noch genauer festzulegen sind. Von dem noch zu ermittelnden Standort des zu erbauenden Wasserthurmes und der nothwendig werdenden Aufbesserung und Erweiterung des Stadtrohrnetzes wird die constructive Behandlung des innerhalb des Stadtgebietes liegenden Theiles der Zuleitung abhängen. Weder der Wasserthurm noch die Rohrnetzerweiterung sind Gegenstände des vorliegenden Berichtes; es ist aber ohne Weiteres klar, dass in Folge der Durchquerung des Rohrnetzes mittelst des angenommenen Stückes von 2300 m der Zuleitung schon ein erster und bedeutender Schritt im Sinne der Aufbesserung des Rohrnetzes gethan wird, und dass dieser Theil der zukünftigen allgemeinen Erweiterung der Wasserversorgung

viel weniger Geld kosten wird, wenn er in der vorgeschlagenen Weise sich vollzieht, als wenn er vom bestehenden Werk aus bewirkt wird. Wie gross die Ersparniss sein wird, kann ich jetzt nicht sagen, und deshalb unterlasse ich es, diesen Vortheil meines Vorschlages in bestimmten Zahlen auszuwerthen, und wenn ich trotzdem den nachstehenden Kostenanschlag mit den Kosten von 2300 m Leitungsstrecke voll belaste, so geschieht es, um den Einwand zu entkräften: ich hätte den Vergleich zu Gunsten meiner neuen Vorschläge geführt.“

„Die Baukosten werden betragen:

1) Wasserfassung: wie oben R. 144,000

2) Hebungsanlage:

3 Dampfpumpen, je 87 Ps, je

40,000 R. = R. 120,000

3 Kessel dazu, je 9000 R. . = „ 27,000

Gebäude, Einfriedigungen,

Wege, Telegraph . . . = „ 60,000

„ 207,000

3) Zuleitung:

12,300m Rohr von 650 mm D.,

je 40 R. = R. 492,000

Die Jägelkreuzung = „ 20,000

„ 512,000

Summa 1 bis 3 R. 863,000

Der Sicherheit wegen möge zu diesem Betrage 20%, also 172,600 Rbl., zugeschlagen werden, wodurch er sich auf 1,035,600 Rbl. erhöht.“

„Ich bemerke dazu, dass nach dem Anschläge der Verwaltung der noch hinzutretende Wasserthurm auf 84,000 Rbl. und die Erweiterung des Stadtrohrnetzes vom bestehenden Wasserwerk aus auf 100,000 Rbl. sich belaufen werden.“

„Vernachlässigt man den Unterschied von einigen tausend Rubeln in den Kostenanschlägen, so ergibt sich:

Die Baukosten der Zuleitung des Wassers zum bestehenden Wasserwerk unter niedrigem Druck sind ebenso hoch, als diejenigen der unmittelbaren Zuleitung des Wassers zum Schwerpunkt des Versorgungsgebietes unter hohem Druck.“

„Wird die erste Ausführungsart gewählt, so muss das bestehende Werk, wie beabsichtigt ist, mit neuen Maschinen und sonstigem Zubehör ausgerüstet werden. Nach mir gemachten Angaben betragen die dafür aufzuwendenden Kosten 120,000 Rbl., und um diesen Betrag ist die obige Anschlagssumme dann zu erhöhen. Wird die zweite Ausführungsart gewählt, so bleibt die Anschlagssumme ungeändert, d. h. diese Ausführungsart ist um 120,000 Rbl. billiger als jene.“

„Ferner fällt doch noch wesentlich ins Gewicht, dass die laufenden Betriebskosten des einheitlichen Betriebes viel niedriger als die des getheilten sind. Der Arbeitsaufwand ist zwar in beiden Fällen nahezu derselbe, er ist im getheilten Betriebe nur um etwa 5% grösser als im einheitlichen, allein die Theilung der Arbeit bedingt an und für sich einen höheren Kohlenaufwand, den ich mindestens auf 10% schätze. Lässt man auch den Mehrbedarf an Kohlen ausser Betracht, so kann der an Arbeitslöhnen nicht in gleicher Weise behandelt werden. An Löhnen für Maschinenmeister, Maschinisten, Heizer, Kohlenschieber, Wächter u. dergl. werden im getheilten Betriebe mindestens jährlich 5000 Rbl. mehr gezahlt werden müssen als im einheitlichen. Mit 4% kapitalisirt ergibt sich ein Betriebskapital von 125,000 Rbl., mit denen der getheilte Betrieb im Vergleich zum einheitlichen ferner zu belasten ist.“

„Die Leitung des Wassers zum bestehenden Werk ist also um 245,000 Rbl. an Anlage- und Betriebskapital theurer, als die unmittelbare Leitung ins Versorgungsgebiet. Das Gut Bellenhof soll, wenn ich nicht irre, 320,000 Rbl. kosten und sein land-

wirtschaftlicher Werth etwa 150,000 Rbl. betragen; sein hydrologischer Werth ist somit 170,000 Rbl., und diese Ausgabe, die doch allein als unproductiv in Rechnung zu stellen wäre, wird durch die genannte Ersparniss nicht allein gedeckt, sondern es werden darüber hinaus noch 75,000 Rbl. erspart.“

„Ich halte diese Gründe für hinreichend, meine jetzigen Vorschläge zur Annahme zu bringen.“

„Die letzte Frage lautet:

„*Welche Aussicht auf Erfolg hätte das Glasenappsche Project einer Wasserversorgung Rigas aus den Tiefgrundwässern bei der Alexanderpforte?*“

„Ich stelle nicht in Abrede, dass die verlangten Mengen am bezeichneten Orte in guter Beschaffenheit da sind; allein ich kenne keine praktisch zulässigen Mittel, hierfür den Nachweis zu führen und die Gewissheit zu verschaffen, dass im dauernden Betriebe die gypshaltigen Grundwässer nicht in den Fassungsbereich gezogen werden.“

„Hiermit habe ich die mir gestellten Fragen beantwortet und ich mache zum Schluss den Vorschlag:

„Das Gut Bellenhof ist zu erwerben und die Erweiterung des Wasserwerks in der Weise zu projectiren und auszuführen, dass die Fassung des Wassers am Ufer des grossen weissen Sees geschieht, dort die Hebung des Wassers bis zu der für die städtische Versorgung nothwendigen Höhe bewirkt wird und das Wasser unter diesem Druck unmittelbar in das Versorgungsgebiet geleitet und dort zur Vertheilung gebracht wird. Wasserthurm und Erweiterung des Stadtrohrnetzes sind in das Project aufzunehmen.“

20. **Ostwald: Zur Kritik der „hydrologischen Untersuchung der Umgebung von Riga“ in A. Thiem: Bericht über die neuen Bezugsquellen für Wasserversorgung der Stadt Riga, 1883.** 23. Jan. 1896. Manuskript. Fol. 11 Seiten¹⁾.

„Auf Grund seiner hydrologischen Untersuchung (Bericht S. 30 ff.)²⁾ gelangte Thiem zu dem Ergebniss, dass die als ausreichend für die nächste Zukunft angenommene Menge von 220 bis 240 sl „in Form von vorzüglichem Grundwasser einzig und allein innerhalb praktisch zulässiger Entfernungen in der Gegend nordöstlich vom Stint- und Jägelsee“ beschafft werden kann (Bericht S. 60). Diese Schlussfolgerung erscheint mir anfechtbar, nicht sowohl hinsichtlich der Quantität und Qualität des in der bezeichneten Gegend vorhandenen Grundwassers, als vielmehr hinsichtlich der Voraussetzungen, welche erhärten sollen, dass das erforderliche Wasser „einzig und allein innerhalb praktisch zulässiger Entfernungen“ in jener Gegend anzutreffen sei. Meiner Ansicht nach ist das von Thiem beschaffte Grundlagenmaterial nicht genügend, um diese Behauptung zweifel frei zu erweisen — ich glaube daher eine weitere Ausdehnung der Voruntersuchung befürworten zu sollen. Hierzu veranlassen mich folgende Erwägungen:

„Durch die ausgeführten Bohrungen ist constatirt worden, dass die Spiegel der verschiedenen aufgedeckten

1) Diese „Kritik“ ist hier vollständig wiedergegeben, nicht allein, weil sie auf die neueste Entwicklung der Rigaer Wasserversorgungsfrage von sehr wesentlichem Einfluss geworden ist, sondern auch, weil in den folgenden Artikeln häufig auf ihren Inhalt zurückgegriffen wird.

2) Es wird sowohl hier, als auch in der am Schluss folgenden Arbeit Lagorio's bei Angabe einer Seitennummer der Originale diejenige Seite angeführt werden, auf welcher sich die im Hinweis berührte Stelle im vorliegenden Gesamtbericht findet.

Grundwasserströme ein vergleichsweise sehr bedeutendes Gefälle zu den grossen Seen hin besitzen. Dieser Umstand, in Verbindung mit der Thatsache, dass, trotz des starken Gefälles und der Durchlässigkeit des Bodens, die Ergiebigkeit der Ströme nur eine verhältnissmässig geringe ist, giebt u. A. auch der Vermuthung Raum, dass die Quellen dieser Ströme nicht in weiter Ferne, sondern vielmehr in nächster Nähe¹⁾ und zwar auf der Erdoberfläche zu suchen und zur Zeit wenigstens zu einer besonders reichlichen Wasserabgabe nicht befähigt seien. Als solche Quellen würden Moore, namentlich aber Hochmoore, welche Wasserberge von 20, ja 30 Fuss Höhe aufzubauen vermögen, bezeichnet werden können. Vermag das Sickerwasser solcher Moore direct in das Grundwasser, welches wiederum von weiter entfernt liegenden Mooren herrühren oder auch anderen Quellen entstammen kann, überzutreten, so bildet sich ein das Moor kranzartig umgebender Grundwasserwall, dessen Höhe und Breite, bzw. dessen Spiegelgefälle von der Höhe und Beschaffenheit des Moores, der Durchlässigkeit des Bodens, der Entfernung des nächsten offenen Wasserlaufes etc. abhängig ist. Selbstverständlich lässt sich diese Erscheinung nur bei durchlässigem Boden beobachten — das Verhalten der Moore auf undurchlässigem Boden weicht hiervon natürlich wesentlich ab. Im vorliegenden Falle haben wir es aber in der That nur mit einem Boden, welcher bis zu vergleichsweise grossen Tiefen wasserdurchlässig ist, zu thun. Die Möglichkeit, dass die beobachteten Grundwasserströme ganz oder zum Theil Mooren entstammen, welche sich in der näheren Umgebung des untersuchten Terrains

¹⁾ Man vergleiche hierzu die auf das Gegentheil hinweisenden Darlegungen des Referenten in der Anmerkung auf Seite 142 u. 143.

befinden, kann daher nicht ohne Weiteres gelehnet werden¹⁾.“

„Für diese Annahme dürfte sich aber Folgendes geltend machen lassen.“

„Dass solche locale Grundwasserströme auf räumlich relativ eng begrenztem Terrain entstehen können, lässt sich durch den Hinweis auf das nördlich vom Stintsee und nordwestlich von den weissen Seen belegene Gebiet darlegen. Dieses Gebiet ist fast vollständig — bis auf einen schmalen Landstreifen zwischen Hollershof und Ringenberg — von mit einander in Verbindung stehenden Gewässern umgeben (Stintsee, Düna, Ostsee, Aa — dann weisse Seen mit dem Mühlenfluss), und doch liegt der Spiegel des in gerader Richtung etwa 2½ Werst vom grossen weissen See entfernten Inge-Sees etwa 12 Fuss höher als der Spiegel des weissen Sees. Nordwestlich und nördlich vom Inge-See befinden sich aber die ausgedehnten Aahof'schen

1) Diese Möglichkeit ist aber in Bezug auf den für die Wassergewinnung in Aussicht genommenen Grundwasserstrom so gut wie ausgeschlossen, weil andernfalls dieses Grundwasser einen nicht unbedeutlichen Gehalt an gelösten Humusverbindungen, die bekanntlich durch Sandfiltration nicht beseitigt werden, besitzen müsste. Die Analysen des Bellenhofer Grundwassers lassen aber nur einen ausserordentlich minimalen Gehalt an gelösten organischen Stoffen erkennen (vergl. Analysen S. 54 und 69/70). Ferner spricht noch die Eisenfreiheit des Grundwassers gegen Ostwald's Annahme. Unsere diluvialen Sande, in denen der Grundwasserstrom verläuft, sind alle mehr oder minder durch Eisenverbindungen gefärbt, die durch säurehaltiges Wasser gelöst werden würden. Die von Mooren herstammenden Gewässer sind infolge dessen alle humineisenhaltig! Uebrigens ist die Möglichkeit, dass die Bellenhofer Grundwasserströme „ganz“ Mooren der näheren Umgebung entstammen könnten, deswegen ausgeschlossen, weil die Umgebung nicht durchweg moorig ist; nebenbei gesagt, darf man sich ausserdem das Speisegebiet des betreffenden Grundwasserstromes nicht als ein so eng begrenztes vorstellen; hierauf wird noch unter Lagorio's Artikel (S. 142 ff.) zurückgekommen werden.

und Magnushof'schen Moore — die Annahme, dass in diesem Falle jene Moore die Quelle des daselbst beobachteten Grundwasserstromes bilden, erscheint daher doch wohl in hohem Grade wahrscheinlich. Noch drastischer offenbart sich dieser Zusammenhang zwischen Grundwasserstrom und Hochmoor in dem Gebiete, welches durch die Bohrlöcher 15, 16, 17 und 18 begrenzt wird. Innerhalb dieses Gebietes befindet sich nämlich ein Hochmoor, welches ein seeartiges Becken, dessen Sohle an seiner tiefsten Stelle etwa in gleicher Höhe mit dem Spiegel des Stintsees sich befindet, ausfüllt und in seiner höchsten Stelle das umgebende feste Terrain grössten Theils nicht unerheblich überragt. Dieses Moor ist, nach Ausweis der dem Bericht beigegebenen Karte, von dem charakteristischen Grundwasserwalle umgeben, welcher in der Nähe des Bohrloches 15 ganz ungewöhnlich steil abfällt, und der nothwendig in der Hauptsache verschwinden muss, wenn durch eine bis auf den Grund des Moores sich erstreckende Entwässerung dem auf das Moor gelangenden Tageswasser feste, offene Abzugswege gegeben werden.“

„Im Hinblick auf diese Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch Moore scheint es erwünscht, ein Mittel zu besitzen, welches, wenn auch nicht mit positiver Sicherheit, so doch mit begründeter Wahrscheinlichkeit erkennen lässt, ob ein Grundwasserstrom einem nahe belegenen Moore entstammt, bzw. mit einem solchen in Verbindung steht oder nicht. Ein solches Erkennungsmittel bietet sich nun in dem Gehalt des erbohrten Grundwassers an Humus- und Eisenverbindungen: so weisen die Bohrlöcher 15 bis 18, welche an der Grenze des Hausmann's Moores angelegt wurden, die bezeichnete Verunreinigung auf, ebenso das Wasser aus dem Bohrloche Nr. 13 am Inge-See, in dessen Umgebung gleichfalls Moore vorhanden sind — ebenso

aber auch die Bohrlöcher 6 und 9, welche sich an der Grenze des nordöstlich vom Stint- und Jägelsee belegenden, — d. h. des von Thiem für die Entnahme von Wasser empfohlenen — Theiles des Untersuchungsgebiets befinden. Wird durch diese Verunreinigung des Grundwassers in der Gegend der Bohrlöcher 6 und 9 die nahe Nachbarschaft von entsprechend umfangreichen Mooren auch noch nicht zweifellos gemacht, so kann doch das Vorhandensein solcher vermuthet werden — eine ergänzende Untersuchung erscheint somit geboten¹⁾.“

„Erweist sich nun aber in der That, dass auch der in der Gegend nordöstlich vom Stint- und Jägelsee vorhandene Grundwasserstrom Mooren entstammt, dann muss angenommen werden, dass das Zufuhrgebiet dieses Stromes das der beiden anderen bei Weitem überwiegt²⁾: das Auftreten von Quellen nach der Auflassung der Stauung der Bellenhof'schen Mühle vorzugsweise auf dem östlichen Ufer der weissen Seen lässt zweifellos erkennen, dass diese Seen, soweit dieselben nicht etwa durch Sickerwasser aus

1) Die „braun opalisirende und nach Geruch und Geschmack stark humineisenhaltige“ Beschaffenheit desjenigen Wassers, welches aus nur 5 m Tiefe des an der Südwestspitze des Langsting-Sees, 15 m vom Ufer entfernt angelegten Bohrloches Nr. 6 geschöpft wurde, würde durch eine moorige Beschaffenheit des Seeufers vollständig erklärt werden, also eine durchaus locale Ursache besitzen. Eine ähnliche Ursache mag bei Bohrloch 9, das in unmittelbarer Nähe des Langstingbaches angesetzt, obwalten. Nach dem neuen Project Thiem's (siehe Nr. 19) ist übrigens die Fassungsanlage nicht im Gebiete der Bohrlöcher 6 und 9 projectirt, und gerade die nachgewiesene vorzügliche, humineisenfreie Qualität der Grundwässer in der Gegend der Bohrlöcher 2, 4, 5, 6 a, 7, 8, welche für die zur Zeit projectirte Anlage in Betracht kommt, spricht — entgegen der Annahme Ostwald's — dafür, dass eine belangreiche Speisung des dortigen Grundwasserstromes durch benachbarte Moore nicht statthaben kann.

2) Mir unverständlich.

der livländischen Aa gespeist werden, ihr Wasser vorzugsweise aus der nordöstlich vom Stint- und Jägelsee belegenen Gegend erhalten ¹⁾. Trifft dies aber zu, dann wäre zur Sicherung dieses Stromes nicht allein der Ankauf von Bellenhof als Entnahmestelle des Wassers, sondern noch weiterer Güter bezw. Moore geboten, denn wenn die in Frage kommenden, nicht mehr in Bellenhof'scher Grenze liegenden Moore im Privatbesitze verbleiben, so könnten dieselben dereinst einmal trocken gelegt und damit der Grundwasserstrom erheblich reducirt werden ²⁾“.

„Nun macht sich aber hierbei noch eine weitere Erwägung geltend.“

„Von vornherein ist es nicht recht einleuchtend, dass Moore auch relativ geringerer Ausdehnung, wie die zwischen den weissen Seen und der Ostsee belegenen Aahof'schen und Magnushof'schen, Grundwasserströme von 40 und mehr Fuss Mächtigkeit erzeugen sollen: wenn man auch sehr grossen Mooren, bezw. einer langen unter einander verbundenen Kette von solchen etwas Derartiges zutrauen könnte, so erscheint doch ein solches Resultat bei Mooren relativ geringen Umfanges höchst unwahrscheinlich. Auch die Annahme von zwei Strömen, einem oberen schwächeren, aus Mooren stammenden, und einem unteren stärkeren, wenn ich so sagen darf, altgeologischen Grundwasserstrome, erklärt gleichfalls den thatsächlichen Befund nicht genügend, denn diese Annahme kann wiederum mit der nachgewiesenen geringen Ergiebigkeit des Gesamtgrundwasserstromes nicht so recht vereinigt werden. Nach Lage der Sache scheint mir nur der nachfolgende Erklärungsversuch in ungezwungener Weise sich der thatsächlich gegebenen Situation anzupassen.“

1) Trifft nur bezüglich der Gegend nordöstlich vom Jägelsee zu.

2) Dass diese Gefahr keine nennenswerthe, geht aus dem in den Anmerkungen S. 104 und 106 Gesagten hervor.

„Aus den S. 40 und 46 des Berichtes gemachten Bemerkungen bezüglich des Durchflussprofiles geht hervor, dass die Tiefe des Grundwasserstromes im Mittel zu 14 m (ca. 45 Fuss) angenommen ist. Von diesen 14 m liegt aber im Ganzen nur ein geringer Theil über der Horizontalen des Stintseewasserspiegels, und ein noch geringerer Theil über der Horizontalen des 1883er Spiegels der weissen Seen. Ein Bild von dem Verhältniss dieser beiden Theile, d. h. des über jener Horizontalen liegenden Theiles zu dem unter derselben sich befindenden Theil der qu. 14 m zu einander kann man sich leicht machen, wenn man die auf der Zeichnung des Profiles *ab* (siehe die dem Bericht beigegebene Karte) mit „Horizontale 90,00“ bezeichnete Linie bis auf 99,0, d. h. bis zum Spiegel des Stint- und Jägelsees hinaufrückt. Wäre auch kein Grundwasserstrom vorhanden, so würde sich doch bei dem vorhandenen durchlässigen Boden das Grundwasser bis zu dieser Jägel-Horizontalen unterhalb derselben halten — d. h. es müsste sich ein aus dem Meere bzw. dem Stint- und Jägelsee gespeister Grundwassersee bilden, dessen Höhe im Wesentlichen durch das Niveau der Ostsee bestimmt wäre. Somit kann als eigentliches Grundwasserstromprofil nur der über der Horizontalen 99,0 liegende Theil gelten. Dass sich die Sache in der Natur etwas complicirter gestaltet, ist ja leicht einzusehen — hier muss jedoch und kann auch von weiteren Detailausführungen Abstand genommen werden. In jedem Falle darf der unter der Horizontalen 99,0 liegende Grundwassersee als ein unter Umständen ausserordentlich ergiebiges und niemals zu erschöpfendes Reservoir gelten, dem gegenüber der obere eigentliche Grundwasserstrom quantitativ kaum mehr ins Gewicht fallen kann¹⁾.“

¹⁾ Ueber die Zurückweisung dieser unrichtigen Deduction vergl. man die Artikel Nr. 21 und 25.

„Wenn diese Erwägungen aber berechtigt sind, wenn in der That dem Grundwassersee ausschlaggebende Bedeutung beigemessen werden muss, dann liegt zur Zeit noch gar kein Grund zu der Annahme vor, dass dieser See durchaus nur in Bellenhof'scher Grenze am erfolgreichsten angebohrt werden könne — die Möglichkeit ist noch gar nicht ausgeschlossen, dass nicht auch auf der städtischen Seite des Stint- und Jägelsees gutes Wasser und einen reichlichen Zufluss sichernde Beschaffenheit des Bodens aufgefunden werden. Die Ergebnisse des Bohrloches Nr. 14 sind zweifellos recht günstige¹⁾; dieselben er-

¹⁾ Im Bohrloch Nr. 14 wurden 16 m gelber mittelfeiner Sand (bei 11,3 m unter Terrain Gerölle) und 2 m gelbgrauer mittelfeiner Sand mit Geröllen durchsunken. Die weiteren Bemerkungen Thiem's zu diesem Bohrloch sind die folgenden:

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,7 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Der Filterkorb stand von 13,3—15,8 m unter Grundwasserspiegel in Schicht 2 frei. Während der Entnahme aus demselben wurden zugleich die Wasserspiegel in drei Bohrungen a 5 — b 10 — c 15 beobachtet, welche in gerader Linie von Bohrloch 14 stromabwärts in bezw. 5—10 und 15 m Entfernung von demselben bis 2,0 m unter Grundwasserspiegel abgeteuft worden waren; es ergaben sich folgende Resultate:

Depressionen bei verschiedenen Entnahmegrößen:

| Entnahme | Bohrloch 14 | Bohrloch a 5 | b 10 | c 15 |
|-------------------|-------------|--------------|---------|---------|
| 2,1 Secundenliter | 2,7 m | 0,035 m | 0,025 m | 0,025 m |
| 1,1 „ | 1,9 „ | 0,040 „ | 0,030 „ | 0,030 „ |

Wasserspiegelcoten in den verschiedenen Zuständen:

| Entnahme | Bohrloch 14 | Bohrloch a 5 | b 10 | c 15 |
|-------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| 2,1 Secundenliter | 99,3 m | 101,925 m | 101,925 m | 101,915 m |
| 1,1 „ | 100,1 „ | 101,920 „ | 101,920 „ | 101,910 „ |
| natürl. Zustand | 101,970 „ | 101,960 „ | 101,950 „ | 101,940 „ |

Zur Wiederherstellung des natürlichen Zustandes nach Einstellung des zweiten Versuches bedurfte es einer Zeit von 90 Minuten.

muntern unbedingt zu einer Fortsetzung der Untersuchungen auf dem fraglichen Gebiete. Und wenn im Berichte Seite 52 hervorgehoben wird, „dass der quantitative Erfolg einer zukünftigen Wasserfassung um so mehr gewährleistet ist, je weiter man sich von dem Ufer der Auskolkung entfernt“ — und ferner, dass „die Wahrscheinlichkeit des Erfolges abnimmt mit der Annäherung an die obengenannte Streichlinie, also mit derjenigen an die Stadt“, so sind diese Sätze praktisch noch sehr ungenügend begründet: drei Bohrungen auf etwa 11 Werst Entfernung können doch wohl ausreichendes Material zur Beurtheilung der unberechenbaren Ufer einer „Auskolkung“, bezw. der Ausgestaltung einer solchen überhaupt, nicht gewähren. Somit dürfte daher auch dieser Hinweis kaum geeignet sein, um die empfohlene Untersuchung des südlichen Uferstriches des Stint- und Jägelsees, somit des näher zur Stadt belegenen, vielfach bewaldeten, grösstentheils bereits im Besitze der Stadt befindlichen Terrains, von vornherein als aussichtslos erscheinen zu lassen.“

21. A. Thiem: Beleuchtung der Kritik des Herrn Ostwald. 27. Februar/10. März 1896. Manuskript. Folio 3 Seiten.

Der Verfasser beschränkt sich darauf, den Nachweis zu führen, dass Ostwald's hydrographische Erörterungen den Fundamentalgesetzen der Hydraulik widersprechen. Er vollzieht in einer Copie seines auf der Karte gegebenen

Bei beiden Versuchen war der Beharrungszustand erreicht und der anscheinende Widerspruch der Resultate beruht nur auf unvermeidlichen Messungsfehlern.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Klar, geschmack- und geruchlos.

Temperatur 7,4⁰ C. (10. September).

Profiles *ab* das, was Ostwald forderte, nämlich durch den Spiegel der Seen eine Horizontale zu legen und sie in das Grundwasser des umgrenzenden Ufergebietes zu verlängern, wodurch das Grundwasser in zwei Theile zerlegt werden soll, einem oberhalb dieser Horizontalen liegenden (das „eigentliche Grundwasserstromprofil“) und einen unterhalb derselben liegenden (den „Grundwassersee“). Dann heisst es wörtlich: „Diese Unterscheidung ist eine freie Erfindung und steht in schreiendem Gegensatz zu den Gesetzen der Hydraulik. Schneide ich aus dem Grundwasserstrom, wie

Längen : 1 : 100000, Höhen 1 : 1000



in der Zeichnung (siehe vorstehend) geschehen, ein Stück mm_1 heraus, das von zwei unter sich parallelen, senkrecht zur Geschwindigkeitsrichtung des Grundwassers stehenden Profilen begrenzt ist, so steht jedes darin befindliche Wassermolekül, gleichgiltig ob es hoch oder tief liegt, unter der Wirkung des Spiegelgefälles, und alle Wasserfäden, die von m_1 nach m strömen, haben nach Sinn, Richtung und Grösse die gleiche Geschwindigkeit, gleichgiltig ob sie hoch oder tief liegen; vorausgesetzt ist dabei nur, dass sich von m_1 nach m die Durchlässigkeit und die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht nicht ändern. Strömung herrscht allenthalben und vom „See“ ist nichts vorhanden.“

Die übrigen Bemerkungen des Verfassers sind persönlicher Natur.

22. **Salm : Zur Kritik des Herrn Oberförster Ostwald an dem Thiem'schen Bericht über die neuen Bezugsquellen der Stadt Riga.** 5. März 1896. Manuskript. Fol. 8 Seiten.

Im Hinblick auf die von Ostwald betonte geringe Ergiebigkeit des Grundwasserstromes, trotz seines starken Gefälles zu den Seen hin und der Durchlässigkeit des Bodens, wird vom Verfasser die Aufmerksamkeit gelenkt auf die von Smreker angefertigten Depressionscurven — wie sie sich bei der Bewirthschaftung der beiden Versuchsbrunnen I und II ergeben haben —, und dabei ausgeführt, dass die geringe Ergiebigkeit der Brunnen nicht von der geringen Menge des Grundwasserstromes, sondern von der geringen Durchlässigkeit des wasserführenden Materials abhängig ist.

Gegenüber der Meinung Ostwald's, dass die Quellen des Bellenhofer Grundwasserstromes ganz oder zum Theil in nahegelegenen Hochmooren zu suchen seien, wird ausgesprochen, dass die Moore während niederschlagsarmer Perioden überhaupt kein Wasser dem Grundwasserstrom abgeben, aus diesem vielmehr eher solches aufsaugen, und dass sie nur zur Zeit grosser atmosphärischer Niederschläge, so z. B. während der Schneeschmelze, einen Theil des in ihnen aufgespeicherten Wassers in den Untergrund eintreten lassen, besonders an den Rändern, wobei es dann zur Bildung der Grundwasserwälle kommen kann, wenn dortselbst durchlässiges, aber sehr feinsandiges Material lagert. Der Wasserwall in der Umgebung der Moore könne aber auch vorhanden sein, wenn in Folge langer Trockenheit kein Wasser aus den Mooren in den Untergrund eintritt; es werde dann das Grundwasser durch die Capillarkraft des feinsandigen Bodens in die Höhe gehoben, so dass dann

nicht, wie Ostwald meint, der charakteristische Grundwasserwall die Folge des aus dem Moor in den Grundwasserstrom eintretenden Wassers sei, sondern „eben nur ein Wall, der durch Capillarität der feineren Sande in der Umgebung der Moore gebildet wird.“

Nach einem Hinweis darauf, dass man bei jeder Trockenlegung der Moore darauf Bedacht zu nehmen habe, dass dem Boden nicht zuviel Feuchtigkeit entzogen werde, da Mangel in gleicher Weise schädlich auf die Vegetation wirke, wie Ueberfluss, heisst es weiter: „Da Moore als Quellenbildner für Grundwasserströme absolut nicht bezeichnet werden können, ferner die Eigenschaft, Meteorwässer in Grundwässer zu verwandeln, den Mooren weit weniger zukommt, als sterilen oder unter Cultur stehenden Flächen, so ist ein Nachtheil der im Sinne Ostwald's entwässerten Moore auf den darunter liegenden Grundwasserstrom nicht zu entdecken.“

Zum Schluss schreibt der Verfasser: „Alle Seen, welche Thiem in seinem Bericht angeführt, haben keine sichtbaren Zuflüsse, sie werden also unterirdisch resp. durch Meteorwässer gespeist; einen sichtbaren Abfluss besitzt nur der grosse Weisse See, dessen sichtbares Abflussquantum im Oktober vorigen Jahres auf mindestens 1000 sl berechnet werden konnte. Es ist von mir früher schon nachgewiesen worden, dass durch Rückfiltration aus dem grossen Weissen See bei einer Jahresentnahme von 4 Mill. cbm (dem jetzigen Bedarf) der Wasserstand des Weissen Sees um 444 mm gesenkt werden würde, wenn gar kein Zufluss zu dem Weissen See stattfände, während die Regenhöhe im Durchschnitt von 31 Jahren (1851 — 1883) 520,79 mm betragen hat.“

„Die jetzige Ergiebigkeit der Weissen Seen, die durchschnittliche Regenhöhe von 31 Jahren, der sichtbare Ablauf von 1000 sl (= 31,536,000 cbm pro Jahr) bieten eine Sicher-

heit für die dauernde Ergiebigkeit eines quantitativ genügenden Grundwasserstromes, wie sie grösser wohl nicht beschafft zu werden braucht.“

„Der am Ende der Ostwald'schen Kritik gemachte Vorschlag, noch weitere Untersuchungen an dem südlichen Uferstrich des Stint- und Jägelsees vornehmen zu lassen, verliert angesichts der Thiem'schen Erwiderng und der vorstehenden Erörterungen sehr an Werth. Ein in den letzten Monaten bei der Stadtförstei Dreilingsbusch niedergebrachtes Bohrloch hat bei der Tiefe von 302' unter Terrain erst Wasser ergeben, über dessen Qualität ich mich in einem besonderen Bericht bereits geäussert habe; ein oberer Grundwasserstrom wurde bei diesem Bohrloch gar nicht gefunden, obwohl dieses Bohrloch in unmittelbarer Nähe eines grossen Moores sich befand.“

23. **Salm: Versuchsbohrloch bei Werst V der Petersburger Chaussée (Dreilingsbusch Stadtförstei).** 15. März 1896. Manuskript. Fol. 9 Seiten. Mit Beilagen: 1. *M. Glasenapp: Analytischer Befund des erbohrten Wassers und Schlussfolgerungen*; 2. *B. Doss: Geologische Charakteristik der Bohrproben des Tiefbrunnens bei Dreilingsbusch.*

Die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks kam nach längerer Berathung zu dem Beschluss (cf. Sitz. v. 8. XII. 95), auf Grund von Professor Glasenapp's Project (siehe Nr. 17) ein Bohrloch niederzubringen. Als Ort wurde die Stadtförstei Dreilingsbusch gewählt.

Das Bohrloch erreichte eine Tiefe von 320'. Pumpversuche wurden bei verschiedenen Tiefen gemacht, sobald das Bohrloch grössere Sandschichten erreichte, in denen

Wasser vermuthet werden konnte, so in der Tiefe von 41', 78', 227', 268' und 320'. Alle Pumpversuche bis auf den letzten ergaben ein ganz negatives Resultat. Bei Tiefe 227' wurde beobachtet, dass der durch wenige Pumpenschläge auf 21' gesenkte Wasserspiegel in einer Stunde nur um 4 Zoll stieg. Das Material in 208—227' Tiefe ist grober Grand, welcher in Folge seines grossen Porenvolumens grosse Wassermengen hätte führen können. Bis zur Tiefe von 302' war das Bohrloch trocken. Von 301—302' fand sich eine schwache Abdeckschicht von blauem und rothem sandigen Thon und unter dieser Schicht Wasser. Ein mehrfach wiederholter Pumpversuch ergab bei einer Depression von 69 cm = 9,35 m Wassersäule 2,5 sl.

Da, wie näher ausgeführt wird, das bis auf den Grund geführte 2" Rohr bei einer Depression von 9,35 m hätte im Stande sein können, ca. 3,4 sl maximal zu liefern, so geht daraus hervor, dass das oben verzeichnete Quantum von 2,5 sl die Maximalleistung des Bohrloches darstellt.

„Die Qualität des Wassers war unmittelbar nach dem Pumpen dem Augenschein nach gut; es war klar, geschmack- und geruchlos. Nach längerem Stehen fing dasselbe an zu opalisiren. Die Analyse ergab, dass Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Salpeter- und salpetrige Säure nicht vorhanden waren. 100,000 Theile enthielten:

Schwefelsäure 2,40 Theile

Thonerde und Eisenoxyd . 4,80 „

Kalk 9,50 „

Magnesia 0,47 „

entsprechend 10,16 deutschen Härtegraden.“

Eine von Prof. Glasenapp ausgeführte Analyse des Wassers ergab folgende Resultate:

„Das anfangs klare und farblose Wasser trübt sich bei dem Stehen durch eine geringe Ausscheidung eines

Niederschlag, welcher neben Eisenoxydul und Thonerde etwas Phosphorsäure enthält, eine bis jetzt in den hiesigen artesischen Brunnenwässern nicht beobachtete Eigenthümlichkeit. Im Uebrigen ist das Wasser geruch- und geschmackfrei.

Der bei 110° C. getrocknete Abdampfungsrückstand aus 1 Liter Wasser beträgt 0,3703 g

Nach gelindem Glühen und Behandlung des Rückstandes mit Ammoncarbonat 0,3481 g

Demnach flüchtige Stoffe 0,0222 g

Dieselben bestehen grösstentheils aus Wasser. An Einzelbestandtheilen sind in dem Wasser bestimmt worden:

in 1 Liter:

Kalk 0,0972 g

Magnesia 0,0240 „

Eisenoxydul u. Thonerde mit wenig Phosphorsäure 0,0060 „

Schwefelsäure 0,0334 „

Chlor 0,0120 „

Kieselsäure 0,0094 „

0,1825 g

Der Rest besteht aus Kohlensäure und Alkalien, deren Bestimmung weiter kein Interesse bot. Der berechnete Härtegrad beträgt 13,08. Das Wasser gehört demnach zu den mittelharten Wässern, die im Hausgebrauch noch verwendbar sind. Auffallend ist die fast gänzliche Abwesenheit organischer Stoffe, denn das Wasser wirkt auf eine Lösung von übermangansaurem Kali in kaum bemerkbarer Weise ein.“

„Der einzige Vorwurf, den man dem vorliegenden Wasser gegenüber erheben könnte, ist die nach der Förderung desselben bald eintretende leichte Trübung; doch ist es keineswegs ausgeschlossen, dass bei fortgesetzter Ent-

nahme von Wasser auch dieser Uebelstand schwindet; im Uebrigen ist das Wasser wohlschmeckend und für den Genuss wohl auch zuträglich.“

Die vom Bohrloch durchsunkene Schichtenfolge ist in gedrängter Zusammenstellung die folgende:

Unter Terrain:

| | | | |
|-------------------------------------|-----|--------|------------------|
| 6' feine Sande | von | 0' bis | 6' Alluvium |
| 85' geröllführende Sande | „ | 6' „ | 91' Diluvium |
| 35' Spath- und Staubsande | „ | 91' „ | 126' „ |
| 8' dolomitischer Mergel | „ | 126' „ | 134' „ |
| 7' Staubsand | „ | 134' „ | 141' „ |
| 34' dolomitischer Mergel | „ | 141' „ | 175' „ |
| 33' Sand und Spathsand | „ | 175' „ | 208' „ |
| 19' Grand | „ | 208' „ | 227' „ |
| 38' Spathsand | „ | 227' „ | 265' „ |
| 55' Sande bzw. Sandstein | „ | 265' „ | 320' Unterdevon. |

Alle obigen diluvialen Sande sind, wie dieses für sie charakteristisch, kalk- und dolomithaltig. Von den Sanden des Schichtensystemes zwischen 265' und 320' (die oberen 37' sind carbonatfrei, die unteren 16' gering carbonathaltig) konnte zunächst nicht mit ganz positiver Sicherheit festgestellt werden, ob sie noch zum Diluvium oder schon zum Unterdevon gehören, da sie nach der einen oder anderen Richtung hin doch nicht genügend Charakteristisches boten, und der die Frage sofort entscheidende mitteldevonische Dolomit nicht angetroffen worden war. Immerhin war bei ihrer bedeutenden Tiefenlage und grossen Consistenz das unterdevonische Alter bedeutend wahrscheinlicher. („Der bei 268' erreichte Sand lagerte so fest, dass er nicht gespült werden konnte, sondern mit dem Meissel gestemmt werden musste, von 268' bis 320' steht das Bohrloch unverrohrt und ein Nachfallen des Sandes ist bei den energischen Pumpversuchen nicht eingetreten.“)

Am Schluss der „geologischen Charakteristik“ heisst es: „Eine definitive Entscheidung, ob die fraglichen Sande (von 265' bis 320' Tiefe) diluvial oder unterdevonisch sind, und ob wir es im Bohrloch demnach mit einem Grundwasser im Diluvium oder mit Tiefwasser des Unterdevons zu thun haben, würde erst möglich sein, wenn durch ein Bohrloch in weiterer Nachbarschaft das Mitteldevon angetroffen werden würde.“

Diese Entscheidung ist unterdessen gefallen, worauf hier, obgleich es nicht in den Bereich des zu Referirenden gehört, doch hingewiesen werden möge.

In der von der Forstei Dreilingsbusch nur 1 Werst nach der Stadt zu gelegenen Waggonfabrik „Phönix“ wird zur Zeit ein Bohrloch geteuft, bei dem man in der Tiefe von 80' auf devonische Schichten gestossen ist, nachdem man zuvor von 24' an das Diluvium durchdrungen hatte. Es ist nach diesem Befunde vollständig ausgeschlossen, dass das Sandsystem von 265—320' Tiefe bei Dreilingsbusch noch diluvial sein könnte; denn es müsste andernfalls eine Faltenmulde von so erheblichem Betrage vorliegen, welcher allen geognostischen Beobachtungen über die Tektonik des Devons in der Nachbarschaft Rigas widersprechen würde; und an eine Verwerfung ist aus Gründen, die hier darzulegen zu weit führen würde, gleichfalls nicht zu denken. Die Bohrbefunde in der Waggonfabrik und bei der Forstei lassen nur die Deutung zu, dass an letzterer Stelle das Ober- und Mitteldevon der Erosion anheimgefallen ist. Diese Abschürfung und damit einhergehende Wannengebilde ist durch das Gletschereis der Diluvialzeit bewirkt worden. Das Fehlen des Geschiebemergels (der alten Grundmoräne) bei Dreilingsbusch lässt sich ohne weiteres durch eine postglaciale Aufbereitung desselben durch fliessende Wässer erklären. Dass letztere in gewaltigem Umfange in spätglacialer Zeit von Ost bez. Südost her dem Mündungsgebiete der heutigen Düna zuflossen, darauf habe ich gelegentlich meiner Kanger-Untersuchungen (vergl. S. 82) hingewiesen; die durch Thiem's Bohrlöcher, wie auch bei Dreilingsbusch nachgewiesene weite Verbreitung mächtiger geröllführender Sande lässt eine andere Deutung als Ablagerung in glacialen Strömen nicht zu.

Das Hauptergebniss der Dreilingsbuscher Bohrung in geologischer Hinsicht ist der Nachweis der für Verhältnisse des Rigaer Kreises ganz exorbitanten Mächtigkeit des Diluviums im Betrage von 259' = 79 m, und zugleich die Demonstration der interessanten

Thatsache, dass eine Glacialwanne durch Ausfüllung mit fluviatilen Massen als orographisches Glied von der Oberfläche völlig verschwunden ist. Die Gegenwart einer mächtigen „Auskolkung“ im Gebiete der Seen hat auf Grund seiner Bohrungen bereits Thiem betont. Diese seine Behauptung wird also durch vorliegenden Befund durchaus bestätigt, und es wird zugleich festgestellt, dass das westliche Ufer dieser glacialen Wannengebilde die Trace der Petersburger Chaussée zwischen dem 4. und 5. Werstzeichen durchschneidet.

Eigenthümlich ist das Auftreten der diluvialen dolomitischen Mergel. Im Diluvium der weiteren Umgebung Rigas sind sie mir noch nirgends begegnet. Auch das weist darauf hin, dass in jener Wanne ein eigenartiger diluvialer Schichtenaufbau vorliegt. Die Entstehungsweise der Mergel ist leicht verständlich. Die in dem ausrasirten Becken fließenden Wässer besaßen zu Zeiten eine nur sehr geringfügige Strömung, bzw. es hatte sich vorübergehend ein See gebildet, in welchem die feinen Senkstoffe sich sedimentiren konnten. Die Staubsande bilden den Uebergang zu den gröberen Sanden und Granden, die in rasch fließendem Wasser abgesetzt wurden. Sehr auffallend ist die Thatsache, dass die Sande und Grande unter den Mergeln kein Wasser führten, obgleich z. B. der Grand zwischen 208' und 227' Tiefe mit seiner zwischen 2 und 3 mm schwankenden Korngrösse ungemein als wasserführende Schicht prädestinirt ist. Man kann sich ein solches Verhalten nur so erklären, dass die Mergelschicht sich wandlich an die Böschungen der Diluvialwanne anlegt, so dass dem Niedergang des Meteorwassers der Weg versperrt ist. Dass diese Mergel nicht etwa eine nur locale Bildung innerhalb des Beckens sind, wird durch die Beobachtung ähnlicher Gebilde z. B. in Thiem's Bohrloch Nr. 8 erwiesen. Hier wurde in der Tiefe zwischen 17,50 und 38,40 m (57' und 126') ein mehrfacher Schichtenwechsel von dolomitischem Thonmergel (Thiem's „Letten“) und sehr feinen thonigen Sanden (Thiem's „lettige Sande“) angetroffen. In fast gleicher Cotirung wurden entsprechende Mergel auch in den Bohrlöchern 10, 11, 15, 17 angetroffen. Die betreffenden Bohrproben haben mir vorgelegen. Das in den tiefen unterdevonischen Schichten des Dreilingsbuscher Bohrloches angetroffene Wasser circulirt natürlich unter der Beckensohle und kommt von weit her.

In Anbetracht der Thatsache, dass die Resultate der Dreilingsbuscher Bohrung nicht zu umfassenderer Ausführung der Vorschläge Glasenapp's aufmunterten, und ein Weiterschreiten auf diesem Versuchswege auch mit zu grossen Kosten würde verbunden gewesen sein, entschloss

sich die Verwaltung des Gas- und Wasserwerks, auf eine Fortsetzung der Arbeiten nach dieser Richtung hin zu verzichten. Es geschah solches wohl auch mit aus dem Grunde, weil die Sicherheit fehlte, dass das zu fördernde Wasser für alle Zeit in seiner Qualität sich nicht verschlechtern werde, dass also die von Thiem ausgesprochene Befürchtung, es könnten die gypshaltigen Tiefwässer des Stadtrayons bei fortgesetzter Beanspruchung der Pumpen angezogen werden, sich nicht bewahrheite. Salm schreibt hierüber: „Die zeitlich nur wenige Tage auseinanderliegenden Untersuchungen des zuerst geförderten und des nach anhaltendem mehrtägigen Pumpen geförderten Wassers lassen schon Unterschiede in der von Thiem angedeuteten Richtung erkennen. Bei der ersten Untersuchung wurden gefunden 2,40 Schwefelsäure, bei der zweiten nach anhaltendem Pumpen 3,34. Die Härtegrade bei I und II verhalten sich wie 10,16 zu 13,08, eine noch spätere Untersuchung ergab 15,55 Härtegrade.“

24. **Ostwald: Erwiderung auf die Entgegnungen Thiem's und Salm's** (Nr. 21 und 22). 1. Mai 1896. Manuskript. Fol. 4 Seiten.

„Auf die Bemerkungen des Herrn Baurath Thiem und Direktor Salm habe ich Folgendes zu erwidern, wobei ich mir detaillirtere, mündliche Ausführungen vorbehalte. Grundwasser kann nur dann in Bewegung gerathen und sich in derselben fortdauernd erhalten, wenn entsprechend gelegene, für Wasser zugängliche Hohlräume vorhanden sind (Vorfluth). Enthalten diese Räume jedoch bereits stagnirendes Wasser, so muss das letztere verdrängt werden, wenn der Grundwasserstrom bis zu der ursprünglichen Tiefe weiterbestehen soll. Reicht die Kraft des Grundwasserstromes

hierzu nicht aus, dann muss ein Rückstau bezw. eine Hebung des Grundwasserstromes erfolgen, so dass der letztere nunmehr auf einem Grundwassersee — ähnlich wie eine Meeresströmung auf dem ruhenden Meere — verläuft. Da der in Frage kommende „Grundwasserstrom“ sehr schwach ist, ausserdem der Recipient (Stint- und Jägelsee) bis zum Niveau des Meeres mit (in der Hauptsache) stagnirendem Wasser gefüllt ist, so muss der Rückstau vom Recipienten aus weit in das Ufergebiet eindringen und ein Anstauen der beständig zufließenden meteorischen Niederschläge etc. über dem Meereshorizont soweit erfolgen, bis für den Abzug der neu zufließenden Niederschläge etc. ein genügendes Gefälle zum Recipienten hin gewonnen ist. Dass im gegebenen Falle das in der Hauptsache stagnirende Wasser der grossen Seen in der That so, wie oben dargelegt, wirkt, d. h. den Grundwasserstrom aufstaut bezw. hebt, wird durch die meines Wissens auch von Herrn Thiem konstatierte Thatsache erwiesen, dass nach Auflassung der Bellenhof'schen Schleuse der Spiegel beispielsweise des Wendsche-Sees, welcher ca. 15 Fuss über dem Spiegel des weissen Sees und ca. 19 Fuss über dem Stintsee bezw. Meeresniveau lag, merkbar und dauernd gefallen ist.“

Es folgen dann u. A. allgemeine Bemerkungen zur Darlegung dessen, „dass unentwässerte Moore, namentlich Hochmoore, doch wohl einen sehr bedeutenden Einfluss auf die nachhaltige Speisung der Grundwasserströme besitzen können“, und dass durch die Entwässerung der Hochmoore die Speisung des Grundwassers geschwächt werde. Zum Schluss heisst es:

„Ferner hebt Herr Salm hervor, dass der sichtbare Ablauf (aus dem grossen weissen See beim Hofe Bellenhof) von 1000 sl (= 31,536,000 cbm pro Jahr) Sicherheit für die dauernde Ergiebigkeit des Grundwasserstromes biete. Diese

Beobachtung wurde einige Zeit nach Auflassung der Schleuse bei Bellenhof gemacht. Ich würde es nicht wagen, auf Grund der genannten Zahl — deren thatsächliche Beobachtung ich übrigens nicht im Geringsten bezweifle — eine solche Behauptung aufzustellen, weil einmal in diesem Quantum von 1000 sl noch altes Stauungswasser enthalten sein kann; weil andererseits der Spiegel des Recipienten (des Stintsees) mit jedem anhaltenderen Wechsel in der Bewegung der Luft sich ändert — es kann daher nunmehr nach Auflassung der Schleuse bei Bellenhof der Stintseespiegel zeitweilig zwar niedriger, zeitweilig aber auch höher als der Spiegel des grossen Sees stehen — eine einzelne Wasserstrombeobachtung im Mühlenbach ist daher zur Zeit absolut werthlos.“

„Schliesslich weist Herr Salm auf die Ergebnisse der Anlage eines artesischen Brunnens auf der Forstei Dreilingsbusch hin, wobei angeblich ein oberer Grundwasserstrom gar nicht gefunden wurde. Dem gegenüber constatire ich, dass sich auf dem Hofe der genannten Forstei in einem Abstände von wenigen Schritten von der artesischen Anlage ein gewöhnlicher Brunnen befindet, welchem bisher das ganze Jahr hindurch das gesammte Gebrauchswasserquantum der Forstei entnommen werden konnte.“

25. Salm: Entgegnung auf Ostwald's Erwiderung
(Nr. 24). 30. Mai 1896. Manuskript. Fol.
8 Seiten.

„Herr Oberförster Ostwald versucht in seiner Erwiderung auf die Kritik des Herrn Thiem den Nachweis zu führen, dass letzterer die Gesetze der Hydraulik nicht verstehe, resp. sie unrichtig deute. Herr Ostwald stellt am Eingang seiner Erwiderung Theorien auf, die den Beweis liefern sollen, dass bei einem in Bewegung befindlichen Grund-

wasser nur die oberen Schichten desselben sich in Bewegung befinden, wenn die Kraft des Grundwasserstromes eine geringe ist, und dass eine Strömung bis zur Tiefe des Grundwasserstromes nur stattfinden könne, wenn der Grundwasserstrom stark und wenn entsprechend gelegene, für Wasser zugängige Hohlräume vorhanden sind.“

„Diese Theorie des Herrn Ostwald widerspricht den Gleichgewichtsgesetzen, welche für die Bewegung des Wassers massgebend sind.“

Es wird nun dargelegt, wie in einem Flusse, dessen Spiegel ein Gefälle besitzt, sich die Wassermoleküle in der Richtung des Stromes nicht im Gleichgewicht befinden. „Denken wir uns in der Richtung des Stromes in irgend einem Abstände vom Spiegel eine Horizontale, so stehen die Wassermoleküle in dieser Horizontalen unter einem hydrostatischen Druck, welcher abhängig ist von der Entfernung dieser Moleküle von der Oberfläche. Jedes Molekül mit höherem hydrostatischen Druck wird das stromabwärts gelegene nächste Molekül, welches unter geringerem hydrostatischem Druck steht, zu verdrängen suchen.“ Der Gleichgewichtszustand wird von dem leicht beweglichen Wasser so lange erstrebt werden, die Wassermoleküle werden sich also so lange in Bewegung befinden müssen, als ein Spiegelgefälle vorhanden ist. Denken wir uns ein derartiges Flussbett bis über Wasserspiegelhöhe mit durchlässigem Material gefüllt — entsprechend den Verhältnissen bei einem Grundwasserstrom — so bleibt das Gleichgewichtsgesetz vollkommen bestehen, und es wird auch in diesem Falle eine Bewegung sämtlicher Moleküle nicht nur an der Oberfläche, sondern bis zur Tiefe des Stromes resp. der wasserführenden Schicht stattfinden.

„Ob vor dem Ausfluss eines solchen Grundwasserstromes ein See gelagert ist, beeinflusst den Grundwasserstrom nicht

in der Weise, wie Herr Ostwald annimmt. Als Gefällslinie gilt hier diejenige Linie, welche vom Culminationspunkt des Grundwasserstromes zum Spiegel des vorgelagerten Sees gezogen wird. Eine Bewegung der Grundwassermoleküle findet in diesem Falle nicht nur in dem keilförmigen Abschnitt, welcher über der Seespiegelhorizontalen liegt, statt, sondern die Bewegung der einzelnen Moleküle erstreckt sich bis zur Tiefe des wasserführenden Materials.“

„Herr Ostwald behauptet, dass derartige vorgelagerte Seen den Grundwasserstrom in das Gelände hinein aufstauen; das ist nicht wahr. Diese Behauptung des Herrn Ostwald widerspricht dem Gesetze der Hydraulik. Nach der Theorie des Herrn Ostwald kann die Düna bei schwachem Gefälle garnicht in den Rigaschen Meerbusen fließen, weil dieser Meerbusen den Ablauf verhindert und das Wasser stromaufwärts aufstaut.“

Die hydrostatischen Verhältnisse bei einem Grundwasserstrom werden vom Verfasser noch weiterhin beleuchtet, und dargelegt, wie mit positiver Sicherheit hat vorausgesagt werden können, dass nach Beseitigung des Staues an der Bellenhofer Mühle der Spiegel des grossen weissen Sees sich um einen grösseren Betrag senken musste als der des Sallesee. „Durch die Senkung des Wasserspiegels im grossen weissen See ist ein grösseres Gefälle in dem Grundwasserstrom erzeugt worden; diesem grösseren Gefälle entspricht ein grösseres Quantum und dementsprechend eine grössere Geschwindigkeit, und hiernach muss sich selbstverständlich die Gefällslinie des Grundwasserstromes ändern und zwar derart, dass die grösste Senkung des Wasserspiegels unmittelbar am Abfluss des grossen weissen Sees stattfinden muss, während sie sich, je weiter vom Ausfluss entfernt, desto mehr der ursprünglichen Grundwasserspiegelhöhe nähert. In einer bestimmten Entfernung

von dem Ausfluss des Grundwasserstromes ist eine Senkung des Wasserspiegels überhaupt nicht mehr wahrnehmbar.“

Nach anderweitigen Bemerkungen fährt der Verfasser fort: „Herr Ostwald macht sich über die Gefahren, welche dem Grundwasserstrom durch eine Entwässerung oder Austrocknung der Hochmoore erwachsen können, deshalb einen ganz unrichtigen Begriff, weil er übersieht, dass die Wassergewinnung in der Fassungsanlage durch eine ca. 4 m betragende Depression stattfinden soll. Entnimmt man an irgend einer Stelle des Grundwasserstromes Wasser, so sinkt der Normalwasserspiegel. Vergleicht man die Höhenlage der deprimierten Brunnenwasserspiegel mit dem Wasserspiegel der bei einer Entwässerung der Hochmoore als Vorfluth zu benutzenden Seen (Stint- und Jägelsee), so erhellt daraus, dass die deprimierten Brunnenwasserspiegel 2—3 m tiefer liegen, als die Normalwasserspiegel des Stint- und des Jägelsees. Die Depression der Grundwasserspiegel ist zur Wassergewinnung aus einem Grundwasserstrom nothwendig, sie soll verhindern, dass die Grundwasserströme an der Fassungsanlage vorbei und in die Seen fließen.“

Weiterhin heisst es: „Der sichtbare Ablauf des grossen weissen Sees ist beobachtet worden ca. 6 Monate nach Beseitigung des Mühlenstaues. Ob zur Zeit der Beobachtung der Beharrungszustand schon eingetreten war, will ich nicht behaupten. Das im November beobachtete Abflussquantum ist aber ein so gewaltiges im Verhältniss zu dem Jahresbedarf der Stadt Riga, dass man es wohl wagen kann, auf Grundlage dieser Beobachtung die Behauptung aufzustellen, dass die Stadt Riga auf viele Jahre hinaus aus den von Herrn Thiem bezeichneten Grundwasserströmen mit Wasser versorgt werden kann, und um diese Frage handelt es sich doch wohl in erster Linie.“

Zu Ostwald's Bemerkung, dass auf der Forstei Dreilings-

busch sich in unmittelbarer Nähe des artesischen Brunnens ein gewöhnlicher Brunnen befinde, welchem bisher das gesammte Verbrauchsquantum der Forstei an Wasser entnommen werden konnte, schreibt der Verfasser: „Dass dieser Brunnen vorhanden, konnte mir bei meinen häufigen Revisionen nicht unbekannt bleiben; trotzdem halte ich meine Behauptung aufrecht und bin in der Lage, durch die beim Bohren erzielten Resultate den Nachweis zu liefern, dass das Vorhandensein von Wasser in dem erwähnten Oberflächen-Brunnen kein Beweis für einen Grundwasserstrom ist.“

„Ich kann zum Schluss nur nochmals mein Bedauern darüber aussprechen, dass durch die von Herrn Ostwald entwickelten, zum Theil ganz hinfälligen Theorien unsere Wasserversorgungsfrage abermals zum Stillstand gekommen ist. Seit fast 10 Jahren wird von mir auf die Nothwendigkeit hingewiesen, die Leistung des Wasserwerks erhöhen zu müssen, da wir den Bedarf während eines grossen Theiles des Jahres absolut nicht mehr decken können. Dieser Zustand ist in den letzten Tagen so beängstigend geworden, dass ich die Verantwortung für alle weiteren Folgen der Verschleppung der Wasserversorgungsfrage auch an dieser Stelle von mir abweisen muss. Dass die schon jetzt vorhandene Wassersnoth durch den Anschluss der vielen demnächst stattfindenden Neubauten erheblich vergrössert werden muss, unterliegt keinem Zweifel. Es sind jetzt Vorschläge zur Besserung der Wasserversorgung von den verschiedensten Personen, berufenen und unberufenen, gemacht worden; viele dieser Vorschläge sind auf ihren Werth geprüft und als werthlos verworfen; es wird endlich Zeit, dass die theoretischen Erwägungen ihr Ende finden, und dass wir mit aller Kraft diejenigen Einrichtungen treffen, welche den gefahrdrohenden Wassermangel endlich beseitigen.“

26. Prof. Dr. **A. Lagorio: Gutachten**¹⁾. Warschau, 9. Oktober 1896. Manuskript. Folio 19 Seiten.

„Auf Ersuchen des Rigaschen Stadtamts, mein Gutachten über die wissenschaftliche Begründung der von dem Herrn Stadtforstmeister Ostwald aufgeworfenen Fragen, betreffend die Wasserversorgung der Stadt Riga, abzugeben, habe ich das mir zur Verfügung gestellte Material einer eingehenden Durchsicht unterzogen und bin auf Grund desselben zu den weiter unten darzulegenden Schlussfolgerungen gelangt.“

Es folgt die Aufzählung desjenigen Materials, welches dem Verfasser zu Gebote stand, nämlich die hier unter den Nummern 1, 3, 4—13, 15, 19—25 referirten Berichte, sowie von Boetticher's „Ueber den gegenwärtigen Stand der Wasserversorgungsfrage in Riga, Juli 1896“. Dann heisst es weiter:

„Ausserdem dienten als Material noch die mündlichen Darlegungen des Herrn Stadtforstmeisters Ostwald, der zum Zweck einer persönlichen Auseinandersetzung hierher delegirt war.“

„Auf Grund dieses reichlichen Materials liess sich nun ein guter Einblick in die ganze Sachlage gewinnen, und es erlaubte auch dasselbe die Beantwortung der speciell mir vorgelegten Fragen. Ich werde mich im Folgenden möglichst kurz zu fassen suchen und mich bemühen, meine Ausführungen, wenn möglich, so allgemein verständlich zu halten, dass auch dem geologischen Nichtspecialisten der Weg zur eigenen Urtheilsfällung gebahnt wird. Ganz lassen sich aber speciellere Betrachtungen wissenschaftlicher Natur nicht vermeiden.“

„Bevor ich aber zur Besprechung der vom Herrn Stadtforstmeister Ostwald aufgeworfenen Fragen schreite, wird

1) Wird auf Wunsch des Stadtamts ungekürzt zum Abdruck gebracht.

es nothwendig und für das Allgemeinverständniss durchaus zweckmässig sein, auf einige Fragen allgemeinerer Natur einzugehen, die jenen als Begründung dienen. Betrachten wir zuerst den allgemeinen geologischen Bau des Mündungsgebietes der Düna, z. B. an der Hand der Thiem'schen Broschüre [1]²⁾, so ergibt sich, dass die alten Schichten der Dolomitetage nördlich der Linie Schlock, Steinholm, Ankerneeken-Station, Stubbensee verschwinden und mehr oder weniger mächtigen Sandbildungen Platz machen, die ein beträchtliches Erosionsbecken ausfüllen. Die meist feinkörnigen Sandmassen sind, wie die Bohrungen beweisen, durch Schmitzen und Linsen von Thonen und Letten meist geringer Ausdehnung und unregelmässiger Einlagerung verunreinigt³⁾. Das Ganze stellt aber — und das ist für uns das ausschliesslich Wichtige — eine überall zusammenhängende Sandmasse dar. Darin stimmen alle Herren Ingenieure durchaus überein. Es bleibt mir nur übrig, diese ihre Ansicht, die den Thatsachen entspricht, zu bestätigen. Solche Sandmassen sind aber, wie allgemein bekannt, wasser-durchlässig. Es muss daher das ganze Terrain — hier speciell die uns beschäftigende Gegend zwischen der Düna und Aa einerseits und zwischen der Linie Ankerneeken-

²⁾ Beim Citiren ist der Kürze halber diejenige Nummer in Klammern gesetzt, unter welcher über das betreffende Schriftstück hier referirt ist.

³⁾ Die Dolomitschichten treten nördlich der bezeichneten Linie Schlock etc. Stubbensee mancherorts noch zu Tage, bezw. so nahe unter die Oberfläche — wie bei Kaugern, am Majorenhofer Riff, am Happacksgraben bei Nordeckshof, bei Kengeragge —, dass man von einem über das gesammte Gebiet sich ausbreitenden „Erosionsbecken“ nicht sprechen kann. Man vergleiche auch das über die Tektonik des Devons Gesagte auf S. 86. — Die fast gleiche Cotirung des Thonmergels (= „Letten“ Thiem's) in den Bohrlöchern 8, 10, 11, 15, 17 spricht zu Gunsten einer weiten horizontalen Ausbreitung dieses Sedimentes, nicht für Schmitzen und Linsen.

Station, Sawilsteinbruch, Krewuppe und dem Meere andererseits — da sie von diesem Sande unterlagert wird, mit Wasser durchtränkt sein, dessen Grundwasserspiegel mindestens so hoch liegt, wie der Spiegel der Düna und der grösseren mit ihr und untereinander in Zusammenhang stehenden Seen: des Stint-, Jägel- und Weissen Sees. In diesem Punkte stimmen die Ansichten Thiem's und Salm's vollkommen überein. Die Sache ist übrigens selbstverständlich. Dieselbe Ansicht vertritt auch — und das ist der Ausgangspunkt seiner Betrachtungen — der Herr Stadtförstmeister Ostwald. Diese ausfüllenden Massen könnten nach der Meinung des Herrn Thiem „sedentäre, glaciale, fluviatile und volatile Ablagerungen“ sein (cf. [1] S. 31) (soll wohl heissen: sedimentäre, glaciale, alluviale und eolische⁴⁾, wobei zu bemerken ist, dass Flussalluvionen nur sedimentär sein können). Weiter auf S. 46 kommt er zum Schlusse, dass „der grösste Theil des untersuchten Terrains, von unten nach oben, aus glacialen, fluviatilen und volatilen (Dünen-) Ablagerungen“ sich zusammensetzt. Was Thiem unter „geschichtetem fluviatilem Diluvium“ (S. 45 u. a.) versteht, ist mir nicht ganz klar geworden. Sind darunter Interglacialbildungen, d. h. Ablagerungen durch fliessende Schmelzwasser der sich zurückziehenden, einst ganz Nord-

4) Diese Deutung lässt sich aus Thiem's Worten nicht herauslesen. „Sedentäre Bildungen“ definirt Thiem als solche, welche „an Ort und Stelle, wo sie sich gegenwärtig befinden, durch Zertrümmerung und Erosion des Muttergesteines gebildet worden“. Diese Definition ist zwar nicht recht verständlich, giebt aber auch keineswegs die Berechtigung, für „sedentär“ den geologisch gangbaren Begriff „sedimentär“ einzusetzen. Die Gegenüberstellung von glacialen, fluviatilen und volatilen (äolischen) Ablagerungen, wie es Thiem thut, ist durchaus sinngemäss, und andererseits die Meinung Lagorio's, es hätte an Stelle von „fluviatil“ wohl „alluvial“ zu heissen, grundlos; denn Thiem unterscheidet zwischen den verschiedenen Ablagerungen hinsichtlich ihrer Entstehungsweise, und nicht in Hinsicht auf ihr Alter.

europa und auch diese Gegend bedeckenden Inlandeismassen zu verstehen, oder einfach Flussanschwemmungen der Düna (Alluvium?)⁵⁾. Diese Frage ist übrigens nebensächlich und ich führe dieses nur als charakteristisch für die weiter unten wiedergegebenen Geologica an. Die für unsere Zwecke wichtigen Ablagerungen (Sandlager) sind geschichtete Flussalluvionen, zum Theil von Dünen überlagert. Schliesslich kommen wir zu der offenbar wichtigen Frage der Gestalt des Erosionsbeckens, oder der glacialen „Ausolkung“, wie Thiem annimmt (S. 52)⁶⁾, also der Gestalt der wasserundurchlässigen Schicht, die für die Wahl des Ortes der Wasserentnahme von grosser, ja entscheidender Bedeutung ist. Gestützt auf die Bohrproben aus zwei Bohrlöchern (16 und 8), deren Entfernung von einander in gerader Linie 10 Werst beträgt, und auf das Zutagetreten des Geschiebelehmes oberhalb Stanzia und auf die gleiche Cotirung desselben in Bohrloch 16 und 18 construirt Thiem eine Streichrichtung, entsprechend der Verbindungslinie dieser letzteren (16—18). Daraufhin thut Thiem den schwerwiegenden Ausspruch (S. 53): „Die Wahrscheinlichkeit des Erfolges (quantitativer Erfolg einer zukünftigen Wasserfassung) nimmt ab mit der Annäherung an die oben genannte Streichlinie, also mit derjenigen an die Stadt.“ Untersucht man aber etwas näher

⁵⁾ Es geht aus Thiem's Erörterungen klar hervor, dass er unter „glacialem Diluvium“ den Geschiebelehm, also eine unter unmittelbarer Wirkung des Inlandeises (als Grundmoräne) entstandene Ablagerung, unter „geschichtetem fluviatilem Diluvium“ die während der Diluvialzeit (nach dem Rückzug des Inlandeises) aus fließenden Gewässern abgesetzten Sedimente (Sande, Grande etc.) versteht. Die Gegenüberstellung von glacialem und fluviatilem Diluvium ist vom hydrologischen und geologischen Standpunkt aus berechtigt.

⁶⁾ Um Missverständnissen zu begegnen, sei hier erwähnt, dass Thiem von einer Ausolkung = Erosionsbecken nur im Scengebiet nordöstlich Riga spricht.

den Weg, d. h. die eruirten Thatsachen, welche ihn dazu führen, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass sie durchaus nicht der Art sind, dass man darauf solche Schlussfolgerungen aufbauen kann. Der Geschiebelehm oder glaciale Blocklehm⁷⁾ ist kein geschichtetes Gestein, sondern er schmiegt sich als Grundmoräne dem Relief des Bodens an, auf dem er auflagert⁸⁾. Weiterhin ist es durchaus nicht erwiesen, wie Thiem auch (S. 52) selbst zugesteht, dass der erbohrte Lehm auch wirklich Geschiebelehm war⁹⁾; denn auf Grund von ganz oberflächlichen Schlämmanalysen und der Behandlungen mit Salzsäure lässt sich die Identität eines in seiner Zusammensetzung so wechselnden Gesteins nicht feststellen, was man daraus am deutlichsten erschen kann,

7) Es wäre richtiger, von Geschiebemergel zu sprechen, da unsere „Geschiebelehme“ recht stark carbonathaltig sind.

8) Dies Letztere ist vollkommen richtig. Nichtsdestoweniger hat Thiem unbewusst mit seinem Ausspruch beinahe das Richtige getroffen, und das hängt folgendermassen zusammen. Das devonische Grundgebirge in der weiteren Umgebung Rigas wird, wie insbesondere im Erosionsthal der Düna sich nachweisen lässt, von SSO—NNW streichenden Fältelungen beherrscht. Der Sattel einer solchen Falte streicht von Barbern in Kurland über Baldohn, Dahlen nach Riga, woselbst das Terrain der Petersburger Vorstadt bereits auf dem nach ONO sich absenkenden Flügel der Falte zu liegen kommt. Die devonischen Schichten fallen mit anderen Worten im bezeichneten Gebiete nach ONO ein. Der dem Dolomit aufsitzende Geschiebemergel schmiegt sich, wie Herr Lagorio richtig bemerkt, dem Relief des Untergrundes an, wird demnach in SSO—NNWlicher Richtung ungefähr gleich cotiren und nach ONO, entsprechend dem geringen Betrage der Fältelung, ein geringes Einfallen erkennen lassen. Wenn also Thiem für den Geschiebemergel eine Streichrichtung S—N (Verbindungsline zwischen Bohrloch 16 und 18) supponirt, so ist dies wohl nicht vollständig zutreffend, aber auch nicht in solchem Masse unzutreffend, dass den weiteren Schlussfolgerungen Thiem's der Boden entzogen sei.

9) Thiem zweifelt nicht an der Natur der erbohrten Lehme als Geschiebelehme, sondern lässt nur die Frage offen, ob den an den verschiedenen Orten angetroffenen Geschiebelehmen gleiches Alter zukommt oder nicht.

dass diese Zusammensetzung des Geschiebelehm, als Grundmoräne der Inlandeismasse, einerseits von dem durch das Inlandeis mitgeführten Schuttmaterial, andererseits von dem petrographischen Charakter des Untergrundes, auf welchem das Eis sich fortbewegte, abhängig ist¹⁰⁾. Endlich — und das ist die Hauptsache — lässt es sich durchaus nicht erweisen, dass der Geschiebelehm, angenommen, es sei ein solcher, eine zusammenhängende Decke bildet, denn nur dann hätten die Ausführungen über die Gestalt des Erosionsbeckens eine reelle Stütze. Es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass dieses nicht der Fall ist. Den Beweis dafür liefert das Versuchsbohrloch bei Forstei Dreilingsbusch (cf. [23] Salm und Doss), welches bis zu einer Tiefe von 320' keinen Geschiebelehm aufwies, trotzdem es kaum 2 Werst von der vermeintlichen Streichungslinie „der Auskolkung“ entfernt ist. Es geht aus diesem

¹⁰⁾ Ueber diesen Punkt vermag ich nach Besichtigung der im Bureau des Gas- und Wasserwerks aufbewahrten Bohrproben Thiem's Folgendes mitzuthemen. Der im Bohrloch 8 in der Tiefe von 40,90 m angetroffene „röthliche, graugesprenkelte, fette Geschiebelehm“ ist echter Geschiebemergel, und die „Knollen“ (wahrscheinlich Gerölle, wie ich sie im Diluvialgrand gegenüber Kirchholm an der Düna beobachtet habe) „festen, braunen, sandigen Geschiebelehmes“, welche im Grand und Sand der bei 42,50 m Tiefe beginnenden Schicht des Bohrloches 8 angetroffen worden sind, unterscheiden sich in Nichts von den in der Umgebung Rigas weit verbreiteten sandigen Geschiebemergeln. Vom Bohrloch 16 fehlt leider eine Probe der letzten Schicht: „Geschiebe, meist Kalke in braunlettigem Sande, aufgearbeitet“. Es ist mir aber nicht im Geringsten zweifelhaft, dass jene Schicht der untersten des Bohrloches 18 gleicht, welche von Thiem charakterisirt wird: „Geschiebe in braunlettigem Grande und zuletzt einige braune fluviatile Lettenstücke“. Die Besichtigung einer Probe hiervon ergab, dass kein typischer Geschiebemergel vorliegt, sondern entweder eine locale Facies desselben oder zum Theil schon fluviatil aufgearbeiteter Geschiebemergel. Auf Letzteres deutet Thiem's Angabe hin. Unveränderter, ursprünglicher Geschiebemergel kann tiefer folgen.

klar hervor, dass die Gestalt des mit Sandmaterial ausgefüllten Erosionsbeckens nicht erwiesen ist und die Darlegungen Thiem's auf S. 51 u. 52 rein hypothetischer Natur sind¹¹⁾. Damit fällt auch die von Thiem auf Grund seiner geologischen Daten gezogene wichtige Schlussfolgerung auf Wasserarmuth der Gegend nordöstlich der Stadt, resp. auf Wasserergiebigkeit der Gegend am Weissen See¹²⁾. Alle diese geologischen Ausführungen Thiem's hätten füglich

11) Ueber die Fixirung eines Theiles der westlichen Grenze der „Auskolkung“ siehe S. 119. Dass die Auskolkung eine wannenförmige, mit einer NNW—SSO gerichteten Längsaxe ist, dürfte als ausgemacht gelten, wenn wir berücksichtigen, dass die Bewegungsrichtung des in unserer Gegend vorschreitenden Inlandeises eine NNW—SSO liche gewesen und eine Bodenausschürfung seitens des Eises in der Bewegungsrichtung des letzteren stattfindet. Die geologischen Erörterungen Thiem's sind, von Unwesentlichem abgesehen, im Princip durchaus richtig. Thiem's obiger Ausspruch: „Die Wahrscheinlichkeit des Erfolges (quantitativer Erfolg einer zukünftigen Wasserfassung) nimmt ab mit der Annäherung an die oben genannte Streichlinie“ (SSO—NNW), „also mit derjenigen an die Stadt“, vermag man als vollkommen richtig zu unterschreiben. Es kommt bei der Beurtheilung der Wasserführung der die „Auskolkung“ ausfüllenden Sandmassen auch weniger auf die Verbreitung und das Relief des Geschiebemergels an — welchen Lagorio allein hierfür beansprucht — als vielmehr auf die Verbreitung und Tiefenlage der wasserschwerdurchlässigen Thonmergelschichten. In Bohrloch 8 wurden z. B. der Geschiebemergel bei 40,9 m unter Terrain, die wasserlosen Schichten fluviatiler Natur aber schon bei 17,5 m erreicht (vergl. S. 45). Ob demnach der Geschiebemergel eine zusammenhängende Decke bildet oder nicht, ist nicht „die Hauptsache“, wie Herr Lagorio meint, sondern ziemlich belanglos, und zudem in jenem für die Wasserfassung in Aussicht genommenen Terrain nordöstlich der Weissen Seen vollkommen irrelevant.

12) Die Richtigkeit dieser ersteren Thiemschen Schlussfolgerung wird durchaus gestützt durch die Resultate der Versuchsbohrung bei Dreilingsbusch, woselbst der Mangel eines erheblichen Grundwasserstromes über dem in 126' (38 m) unter Terrain beginnenden diluvialen dolomitischen Mergel einwandfrei erwiesen worden ist (cf. S. 115 u. 117). Ueber die genügende Ergiebigkeit des Grundwasserstromes nordöstlich der Weissen Seen kann kein Zweifel herrschen.

wegbleiben können, denn sie können auf wissenschaftliche Exactheit keinen Anspruch machen, sind daher für die Hauptfrage bedeutungslos. Die Wasserergiebigkeit lässt sich hier nur auf dem rein praktischen Wege ausgedehnter Untersuchungen (Bohrungen) und Versuche bestimmen¹³⁾. Ich habe mich bei der Besprechung dieser Frage deshalb etwas länger aufgehalten, weil durch die entsprechenden geologischen Betrachtungen Thiem's beim Leser (Laien) eine voreingenommene Meinung erzeugt wird und er an die weiteren Fragen bereits nicht unbefangen herantritt¹⁴⁾."

„Wir sind weiter oben zu dem Schlusse gelangt, dass das ganze in Betracht kommende Terrain von Wasser durchtränkt ist, dessen Grundwasserspiegel im Allgemeinen durch das Niveau der grösseren Seen bedingt ist. Aus der hydrologischen Karte Thiem's ersieht man ferner, dass es inner-

¹³⁾ Ein gewiegter Hydrologe wird nie nöthig haben, zur Erkenntniss der in einer Gegend vorliegenden hydrologischen Verhältnisse so viele Bohrlöcher anzulegen, als dies für einen minder geübten allerdings der Fall sein müsste.

¹⁴⁾ Es möge hiergegen darauf hingewiesen werden, dass Thiem auch selbst auf seine geologischen Erörterungen keinen fundamentalen Werth legt; denn er schreibt: „Wenn es auch für den vorliegenden Zweck nicht durchaus nothwendig, so möge es doch gestattet sein, die Geogenesis des untersuchten Feldes insoweit zu beleuchten, als sie auf den gegenwärtigen hydrologischen Zustand von Einfluss gewesen ist“. Seine Aufgabe hat Thiem mit dem Auffinden des genügend productiven Grundwasserstromes von Bellenhof erfüllt. Die Verhältnisse, wie sie im Gebiete zwischen der Düna und dem Jägelsee vorgefunden wurden, konnten nicht dazu ermuntern, hier noch weitere Untersuchungen (Bohrungen) auszuführen. Und wenn Herr Thiem es nicht für wahrscheinlich erachtete, zwischen dem Stintsee und der Düna genügendes Wasser zu finden, und auch heute noch dieser Ansicht ist, so darf man doch dem geschulten Blick und der Erfahrung dieses bewährten Hydrologen, der bereits viele Projecte glänzend durchgeführt, ein Urtheil zutrauen, das schwerer wiegt, als Meinungen von hydrologisch nicht oder weniger Geschulten.

halb dieses Terrains Grundwassererhebungen giebt, die am Langstingsee bis rund 5 Meter, am Ingesees ca. 4 Meter und bei Bohrloch 16 gar bis 6 Meter über dem Spiegel des Weissen Sees ansteigen. Es ist eine gewöhnliche und oft beobachtete Erscheinung, dass der Grundwasserspiegel bei wasserdurchlässigem Boden in den zwischen Thälern liegenden Bodenerhebungen sich ebenfalls erhebt, um nach den Seiten thalwärts abzufallen. Je wasserdurchlässiger die Beschaffenheit der wasserführenden Schicht ist (z. B. grober Sand oder Kies), desto geringer wird die Grundwassererhebung und das Gefälle sein, je schwieriger durchdringbar sie ist, desto höher wird es bei ein und demselben Zuflussquantum sich über dem allgemeinen Grundwasserniveau erheben und ein steiles Gefälle besitzen. Diese Thatsache lässt sich leicht in Filterwerken beobachten. Es sei N das constante Niveau des Abflussbassins, N_{20} das Niveau des Wassers im Filter bei 20 cm Druckhöhe (20 cm Niveauunterschied zwischen N und N_{20}) und N_{60} der Wasserstand bei 60 cm Druckhöhe. Wenn das Filter rein ist, d. h. leicht durchlässig, so stellt sich das Niveau bei einem gewissen constanten Zufluss auf N_{20} ein, steigt aber bei zunehmender Verunreinigung, also geringerer Durchlässigkeit immer höher, bis N_{60} , worauf das Filter gereinigt werden muss¹⁵⁾. Bei constanter Wasserdurchlässigkeit der Schicht wird die Abflussmenge und die Druckhöhe mit zunehmendem Zufluss steigen. Die Höhe der Grundwassererhebungen im wasserdurchlässigen Boden wird also von zwei Grössen abhängen, von der Durchlässigkeit der Schicht und von dem Zuflussquantum (natürlich constantes Durchflussprofil vorausgesetzt). Das Terrain am Weissen See

¹⁵⁾ Eine Skizze im Original, die dieses erläutert, ist hier weglassen.

wird aber von sehr feinkörnigen Sanden, wie die Bohrungen und hauptsächlich die Smrekerschen Versuche beweisen (cf. [3] S. 72), zusammengesetzt¹⁶⁾, daher wäre auch der steile Abfall der Grundwassererhebung zwischen den Weissen Seen und dem Langsting-, Salles- und Sekse-See auch bei keinem sehr grossen Zuflussquantum erklärlich. Dieses kann auch der Grund für eine beträchtlichere Erhebung und steileres Gefälle des Grundwasserspiegels (Stromes) in dieser Gegend im Vergleich mit anderen des in Frage kommenden Gebietes sein, wo bei gleicher Zuflussmenge, sogar einer noch grösseren, bei gröberer Beschaffenheit der durchflossenen Schichten (Grand oder Kies) der Grundwasserspiegel tiefer und das Gefälle geringer, die Schichten aber trotzdem wasserergiebiger sein können¹⁷⁾. Wie man sieht, ist daher für die Eruirung der Wassermenge bei constantem Zuflussquantum nicht allein das Grundwasserprofil massgebend, sondern in noch höherem Masse die Beschaffenheit der wasserführenden Schichten des Bodens. Und zwar gilt dieses sowohl für die Grundwassererhebungen, als auch für den unter dem allgemeinen Grundwasserspiegel — also dem Niveau der grossen Seen, resp. der Düna — liegenden Theil des wasserdurchtränkten Terrains. Unter diesem Niveau des allgemeinen Grundwasserspiegels, welchen wir als Nullniveau bezeichnen wollen, müssen aber in dem ganzen mit wasserdurchlässigem, zusammenhängendem Sandmaterial erfülltem Areal überall gleiche, weil zusammenhängende Wassermassen vorhanden sein, deren praktische Ergiebigkeit aber von der Beschaffenheit des Kornes, d. h.

¹⁶⁾ In den in der Nachbarschaft der projectirten Fassungsanlage geteufften Bohrlöchern Thiem's spielen grobe und mittelgrobe Sande eine weit grössere Rolle als mittelfeine und feine Sande.

¹⁷⁾ Ist für Gegenden etwa näher zur Stadt hin ausgeschlossen aus Gründen, die sich aus Anmerkung 30 ergeben werden.

der Durchlässigkeit des Bodens, in zweiter Linie erst von der Höhe der Grundwassererhebungen abhängig sein wird¹⁸⁾. In dieser Beziehung bleibt sich das ganze in Frage kommende Terrain zwischen der Düna und den Seen gleich, abgesehen von der durchaus unerwiesenen Annahme Thiem's über die Streich- und Fallrichtung des Geschiebelehms, die, wie wir bereits gesehen haben, rein hypothetischer Natur ist und durch keinerlei Thatsachen gestützt wird¹⁹⁾. So weist denn auch Bohrloch 14 vorzügliches Wasser und in nicht geringer Quantität auf, wie aus Tabelle S. 89²⁰⁾ der Thiemschen Abhandlung zu ersehen ist (cf. auch die merkwürdige Erklärung dieses Umstandes von Thiem [1] S. 50). Der Verlauf der Curven gleicher Niveaudifferenz des Grundwasserspiegels (cf. [1] Höhenschichtenplan) ist hier ein günstiger, die absolute Erhebung des letzteren eine beträchtlichere als am Langstingsee (bis über 8 Meter); leider hat es Herr Thiem unterlassen, weitere Untersuchungen über den Verlauf der Curven auf der Halbinsel zwischen Düna und Stintsee, namentlich nördlich von den Bohrlöchern 17 und bei Stadtförstei Dreilingsbusch, wo kein Geschiebelehm erbohrt werden konnte, zu machen. Findet sich gröberes Durchflussmaterial bei den Bohrungen, so ist an der Ergiebigkeit und Güte

¹⁸⁾ Wie will man aber hiermit den Befund beim Dreilingsbuscher Bohrloch in Uebereinstimmung bringen, woselbst die unter dem Niveau des Jägelsees liegenden grob- und mittelkörnigen, geröllhaltigen Spathsande doch recht sehr geeignet für Wasserführung sich repräsentiren, während Pumpversuche vollkommen negative Resultate ergeben haben? Es folgt hieraus, dass der oben ausgesprochenen Meinung über das Vorhandensein einer gleichen, weil zusammenhängenden Wassermasse unterhalb des Spiegels der Seen keine Allgemeingiltigkeit zukommen kann.

¹⁹⁾ Vergl. hierzu die Bemerkungen in Anmerkung 8.

²⁰⁾ Dieselbe ist hier S. 109 wiedergegeben.

des Wassers kaum zu zweifeln²¹⁾. Ich möchte aber hierbei nicht missverstanden sein. Ich behaupte nicht, dass hier Wasser in genügender Menge auch gefunden werden muss, sondern nur, dass der gegenwärtige Stand der Frage und die vorliegenden Untersuchungen nicht das Gegentheil beweisen können und dass es daher nicht als definitiv erwiesen zu gelten hat, dass die Bellenhofsche Gegend die einzige für die Wasserversorgung praktisch ergiebige sein kann (cf. [1] Zusammenfassung und Schlussfolgerung. Absatz 2). Auf diesen Gegenstand, die ungenügenden Untersuchungen betreffend, werde ich noch weiter unten mehrfach zurückkommen müssen. — Betrachten wir vorerst die Resultate der bereits angestellten Untersuchungen und Versuche. Für die gegenwärtige Ergiebigkeit des Grundwasserstromes sind praktische Versuche entscheidend, für die dauernde müssen noch andere Factoren herangezogen werden, vor allem die Grösse des Zufuhr- oder Nährgebietes derselben, sowie die Art und Weise der Zufuhr. Ueber die gegenwärtige Ergiebigkeit liegen Versuche der betreffenden Ingenieure vor. Die Meinungen über die Resultate derselben gehen jedoch weit auseinander. So berechnete Thiem eine Ergiebigkeit von 11,95 sl pro 100 Meter und eine Fassungslänge von 1—2 Werst, und ging später (cf. [11] S. 76) auf 9 sl herab²²⁾, während Smreker bei seinen Versuchen eine Fassungslänge von 6 km für das geforderte Quantum Wasser herausrechnet. Diese ausserordentlich differirenden Resultate beweisen nur, dass die Versuche nicht einwandfrei und sehr ungenau waren. Die von Smreker

²¹⁾ Es muss hiergegen wiederum auf die negativen Ergebnisse der Dreilingsbuscher Bohrung hingewiesen werden, und ein Zweifel in der oben ausgesprochenen Richtung ist sehr am Platze.

²²⁾ Hier ist nicht Thiem's letztes Resultat (vergl. S. 90 und 94) beachtet.

ausgeführten Versuche sind, trotz der ausgiebigen Anwendung mathematischer Formeln, als durchaus grobe zu bezeichnen. Die häufigen Betriebsstörungen, Verstopfungen durch feinen Sand und dadurch veranlasste Unterbrechungen beim Pumpen (es ist auch nicht zu ersehen, ob das Pumpen Tag und Nacht ununterbrochen fortgesetzt wurde²³⁾, die Anlage nur zweier Brunnen, die sich dazu gegenseitig beeinflussten, charakterisirt sie genugsam als grobe Annäherung²⁴⁾. Man wird aber doch Vorsicht halber eher die grössere Fassungsstrecke acceptiren müssen. Daraus lässt sich nun schliessen, dass das nöthige Quantum Wasser in der Bellenhofschen Gegend wohl gegenwärtig beschafft werden kann, doch lässt es sich nicht erweisen, dass anderwärts, und darauf kommt es an, nicht dasselbe Quantum bei einer so ausserordentlichen Fassungslänge zu gewinnen ist. Das zweite wichtige Moment wäre die dauernde Ergiebigkeit

²³⁾ War selbstverständlich der Fall. Vergl. S. 66.

²⁴⁾ Diese von Herrn Prof. Lagorio betonten „häufigen Betriebsstörungen, Verstopfungen durch feinen Sand und dadurch veranlasste Unterbrechungen beim Pumpen“ beschränken sich (cf. S. 66 ff.) auf Folgendes: Bei Versuch I eine zweitägige Pause innerhalb 28 Tagen; bei Versuch II keine Pause; bei Versuch III (Betrieb beider Brunnen): innerhalb 51 Tagen eine eintägige Pause, während welcher beide Brunnen nicht bewirthschaftet wurden, und eine fünftägige Pause, während welcher nur ein Brunnen in Betrieb erhalten werden konnte. Die Ursachen dieser Betriebsstörungen sind auf S. 66 ff. dargelegt. Diese Störungen hatten nur zur Folge, dass die Versuche sich um einige Tage verlängerten, bis der Beharrungszustand im Grundwasserspiegel erreicht war. Ueber die Versandung des Brunnens I (bei Pumpversuch III) schreibt mir Herr Director Salm, dass dies eine Folge der für die Brunnenconstruction etwas zu weit getriebenen Depression war. „Eine ganz geringfügige Aenderung in der Construction (Verlängerung der Feinfilter um ca. 0,5 m) hätte diesen Unfall vermeiden lassen. Der Sand war zwischen Futterrohr und Filter von oben in das Feinfilter gelangt, es war auch kein feiner Sand, sondern der wasserführende gröbere Sand. Wer die Construction der Smrekerschen Filterbrunnen kennt, kann sich die Sache sehr leicht klar machen.“

des Grundwasserstromes. Falls das Zufuhrgebiet kein ausgedehntes ist²⁵⁾ oder die Zufuhr nicht einem höher gelegenen grösseren Becken oder Fluss entstammt, so wird bei reichlicher Entnahme der Spiegel des Grundwasserstromes, wo er über dem Nullniveau, also dem allgemeinen Grundwasserspiegel (hier das Niveau der grossen Seen) liegt, sinken müssen, wie dieses auch bei Auflassung der Mühlenstauung am Ausfluss des grossen Weissen Sees bereits eingetreten ist, wobei sowohl das Niveau des Saksche-, als auch des Salles-Sees gesunken ist²⁶⁾. Sinkt aber der Grundwasserspiegel der „Wassererhebung“, so ändert sich bei gleichbleibender Durchlässigkeit des durchflossenen Profils und unveränderter Lage der Brunnen die Ergiebigkeit, denn die Wassersäule ist an dem betreffenden Orte niedriger geworden, der Druck also geringer. Um die anfängliche Ergiebigkeit zu erlangen, muss der Druck wieder auf dieselbe Höhe gebracht werden, vielleicht durch Aenderungen in der Fassungsanlage. Ob das bei dem feinkörnigen Material möglich und auch finanziell wünschenswerth wäre, überlasse ich kompetenteren Personen zu beurtheilen²⁷⁾.“

25) Dies ist jedoch der Fall; siehe unten Anmerkung 30.

26) Dass ein solches Sinken des Grundwasserstromspiegels in der Nähe der Weissen Seen bei theilweiser Abzapfung derselben stattfinden muss, wobei es ganz gleichgiltig ist, ob das Grundwasser reichlich oder spärlich zufliesst, hat bereits Salm dargelegt (cf. 25, S. 124).

27) Herr Director Salm schreibt mir hierüber: „Die Ergiebigkeit der Brunnen erhöht oder verringert sich in Function der Depressionen, nicht in Function der Wassersäule des Grundwasserstromes. Von den Brunnentiefen von ca. 15 m wird nur eine geringe Höhe (3—5 m) in Anspruch genommen. Das „feinkörnige Material“ — es ist gar nicht feinkörnig — würde der Absenkung der Brunnen gar keine Schwierigkeiten bereitet haben. Finanzielle Bedenken sind nicht zu erkennen. Wird der Wasserspiegel der Weissen Seen zu seiner ursprünglichen Höhe, also um ca. 0,75 m, wieder aufgestaut, so bedeutet dieses aufgestaute Wasserquantum eine Menge von 6,667,500 cbm. Ich habe

„Die oben angedeutete Zerlegung des Grundwasserstromes ist auch für das Verständniss der einschlägigen Verhältnisse durchaus fördersam und naturgemässer²⁸⁾ als die Ausgangsweise von einem willkürlich gewählten Niveau in beliebiger Tiefe. Wenn man die Zerlegung vollzieht, so sieht man sofort, dass das Nullniveau der Spiegel der grossen Seen, wie allseitig zugestanden wird, zugleich der allgemeine Grundwasserspiegel, dadurch ausgezeichnet ist, dass abwärts von diesem Niveau überall ein gleich unerschöpfliches Quantum Wasser vorhanden sein muss, denn das ganze Gebiet zwischen Düna und den Seen besteht, wie bereits erwähnt, aus gleichem wasserdurchlässigem Sandmaterial, ist also mindestens bis zum Nullniveau mit Wasser durchtränkt²⁹⁾. Darin ist sich die Gegend an den Ufern der Düna, des Stint- und Weissen Sees gleich. Oertlich bestehen nun an verschiedenen Stellen, wie aus Thiem's Grundwasserschichtenplan zu ersehen ist, Erhebungen des Grundwasserspiegels, die besonders, ob durch Tagewässer, Moore etc., ist für's Erste gleichgiltig, ernährt und auf ihrer Höhe erhalten werden, sonst würden sie (bei ungenügender Ernährung) auf das Nullniveau herabsinken und verschwinden. Dass es höchst wahrscheinlich umschriebene Erhebungen des Grundwasserspiegels sind, kann man sehr

schon an anderer Stelle darauf hingewiesen und Thiem hat dies in seinem Bericht vom 1. December 1895 ebenfalls gethan, dass — zur Beruhigung für Diejenigen, welche sich zu dem Glauben, dass wir es in dem von Thiem bezeichneten Gelände mit einem für die Versorgung der Stadt Riga auf viele Jahre genügenden Grundwasserstrom zu thun haben, nicht bekehren können — dieses enorme Wasserquantum eventuell durch Rückfiltration für die Stadt nutzbar zu machen ist. Eine Wahrscheinlichkeit aber, dass dies einmal nöthig sein wird, liegt nach den Anschauungen von Thiem und Smreker gar nicht vor.“

²⁸⁾ Ist eher hinderlich als fördersam.

²⁹⁾ Vergleiche hiergegen Anmerkung 18.

deutlich am Verlauf der hydrologischen Curven (cf. [1] Grundwasserschichtenplan) in der Gegend von Bellenhof und besonders derjenigen um den Inge-See sehen. Sowohl am Langsting-See als auch am Inge-See verlaufen die von Thiem ausgezogenen Curven mehr oder weniger concentrisch. In der Bellenhofer Gegend müssen die höher cotirten Curven, wenn sie vollständig ausgezogen werden (in der Gegend zwischen Hollershof, der Aa und Krewuppe) in sich geschlossene Curven bilden³⁰⁾, denn das Niveau sowohl der Aa als auch der Krewuppe ist niedriger als das der höchsten Curve (Aa: höchsten Curve wie 102,2 : 105,0 nach Thiem).

³⁰⁾ Dem muss entschieden widersprochen werden. Zieht man den Lauf der Krewuppe, eines unbedeutenden Baches, weiter aus — auf der hier beiliegenden Karte ist dies geschehen, während auf der mit dem Thiemschen Berichte (1) veröffentlichten Karte nur das unterste Ende des Laufes der Krewuppe dargestellt ist — so erkennt man ohne Weiteres die Unmöglichkeit, dass die Horizontalcurven des Grundwasserspiegels innerhalb der Krewuppe, Aa und der Weissen Seen sich zu concentrischen Kreisen schliessen können. Beim Wendsche-Krug cotirt der Grundwasserspiegel mit 106,17. Wie müssten sich da in der wenige Hundert Schritt betragenden Entfernung zwischen dem Wendsche-Krug und der benachbarten Krewuppe die Curven merkwürdig zusammendrängen, wenn die höheren Curven, also beispielsweise zwischen 102,5 und 106 westlich der Krewuppe concentrisch sich schliessen sollten! Man könnte an etwas Aehnliches überhaupt nur denken, wenn die Krewuppe in einem tiefen Erosionsthal fließen würde; dies ist aber nicht der Fall. Die Curven überschreiten sicher den Bach, und von einem concentrischen Schliessen etwa jenseits, d. h. östlich desselben, könnte auch nur dann die Rede sein, wenn daselbst eine von beträchtlichen Niederungen umschlossene Höhenlage existirte. Dass dies der Fall, ist nach dem allgemeinen Charakter des allmählich nach Osten aufsteigenden Rodenpoiser Geländes so gut wie ausgeschlossen. Eine Feststellung der Spiegelcote der östlich vom Wendsche-See gelegenen drei kleinen Seen würde für die Fixirung des weiteren Verlaufes der höheren Curven sehr werthvoll gewesen sein.

Es ist hier der Ort, darauf hinzuweisen, dass die Herren Stadtforstmeister Ostwald und Professor Lagorio sich das Nährgebiet des Bellenhofer Grundwasserstromes viel zu eng begrenzt vorstellen. Ein

Die Verhältnisse um den Inge-See sind noch evidenter, denn derselbe liegt auf einem sich nach allen Seiten (zum Weissen, Stint-See, zur Aa und Ostsee) abdachenden

Grundwasserstrom fliesst bekanntlich entsprechend dem Gefälle der wasserundurchlässigen Schicht ab. Nun fällt aber unser Grundgebirge, das Devon, im Allgemeinen — von den kleinen sonst vorhandenen Fältelungen kann hier völlig abgesehen werden — von ONO nach WSW hin in immer tiefere Niveaus ab. Bei Pullandorf in der Nähe von Hintzenberg steht derselbe Dolomit in ca. 80 m Höhe über Kronstadt Null an, welcher bei Uexküll und Kengerage an der Düna in ca. 10 und weniger Meter Höhe angetroffen wird. Dieser allgemeinen Fallrichtung des Dolomits folgt die des Geschiebemergels, und so kommt es, dass wir einen allgemeinen Grundwasserstrom in den über dem Geschiebemergel (nur im Gebiete der „Auskolkung“ über dem Thonmergel) liegenden quartären Sanden voraussetzen müssen, der aus ONO licher Richtung auch in das uns hier interessirende Gebiet östlich der Weissen Seen gelangen muss. Die Horizontalcurven des Grundwasserspiegels östlich der Weissen Seen sind sicherlich nichts weiter als die letzten und tiefsten Curven dieses aus ONO kommenden Stromes. Hier liegen normale Verhältnisse vor, während man ein Gleiches von der Gegend zwischen dem Jägel- bzw. Stintsee nicht ohne Weiteres zu behaupten vermag.

Altbekannt ist, dass sich Grundwasserströme besonders häufig im Untergrunde von breiten Flussthälern — reine enge Erosionsthäler sind natürlich ausgeschlossen — fortbewegen, seien dies nun Thäler, in denen noch heute sichtbare Ströme fliessen, seien es solche, welche diluvialen Flüssen als Bett dienten. In derartigen Flussbetten sind aber meist lockere, wasserführende Sedimente zur Ablagerung gelangt, und es ist einleuchtend, dass die Grundwasserströme sich besonders gerne in solchen alten Betten hinbewegen. Ob diese letzteren sich heutzutage in orographischer Beziehung noch documentiren oder nicht — indem sie im letzteren Falle durch lockere Massen, z. B. Dünen-sand, ausgefüllt sein können — ist vollkommen belanglos. Nun habe ich aber an anderer Stelle (B. Doss: Die geologische Natur der Kanger etc. Festschrift des Naturforscher-Vereins. Riga 1895) es als sehr wahrscheinlich bewiesen (heute betrachte ich es als sicher), dass zur Diluvialzeit mächtige Ströme von Osten her ungefähr nach der heutigen Dünamündung zu sich ergossen, so z. B. einer vom Kleinen Kanger bei Allasch aus (derselbe liegt 25 km östlich der Weissen Seen). Hierdurch muss man die Ueberzeugung gewinnen, dass der an den Ostufern

Terrain. In der Bellenhofer Gegend könnte das Gegentheil nur auf Grund eingehender Untersuchungen des oben bezeichneten unerforschten Hinterlandes³¹⁾ behauptet werden können. Es sind also in den Gegenden von Bellenhof, Inge-See und wahrscheinlich auch in derjenigen zwischen Riga, Jägel- und Stint-See wirkliche Grundwassererhebungen vorhanden, deren Wasser nach allen Seiten als Grundwasserstrom zum allgemeinen Nullniveau abfliessen muss³²⁾. In unmittelbarer Umgebung und unter diesen Erhebungen sind nun die Verhältnisse für eine praktische Wassergewinnung insofern günstigere, als hier unter dem Druck der höheren Wassersäule eine grössere Ergiebigkeit zu erwarten ist, d. h. es fliesst hier in derselben Zeit durch eine gleiche Profilfläche eine grössere Quantität Wasser, welches deshalb auch leichter gewonnen werden kann. Nehmen wir an, dass diese Wassererhebungen, deren Flanken, die höher als das allgemeine Nullniveau gelegene Theile der Grundwasserströme bilden, erschöpft werden, so müssen diese Erhebungen bis auf das allgemeine Niveau des Grundwassers herabsinken³³⁾, und bietet alsdann der betreffende Ort keinen nennenswerthen Vortheil mehr für die Wassergewinnung, als andere im allgemeinen Niveau liegende Stellen des ganzen Gebietes. Nachstehende Zeichnung soll dieses verdeutlichen. Es sei N_0 das allgemeine constante Nullniveau des Grundwassers (Spiegel der grossen

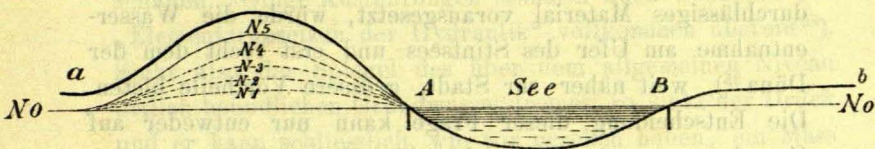
der Weissen Seen nachgewiesene Grundwasserstrom von dort her seinen Zulauf erhält. Das ebene Terrain beim Kleinen Kanger liegt mehr als 60 m über dem Spiegel der Weissen Seen.

31) Ist nach dem in Anmerkung 30 Dargelegten unnöthig.

32) Für die Bellenhofer Gegend ist eine „nach allen Seiten“ abfallende Grundwassererhebung nicht erwiesen. Vergl. Anmerk. 30.

33) Ist im Gebiete östlich der Weissen Seen, wo ein weiteres Hinterland für die Speisung des Grundwasserstromes, wie in Anmerkung 30 dargelegt, vorhanden ist, nicht zu befürchten.

Seen, der Düna resp. der Ostsee) Die dickausgezogene Curve aAbB das Profil des Bodens; N_5 das Niveau der Grundwassererhebung unter aA, die beliebig von oben



ernährt wird; A und B zwei Bohrlöcher. Die Ergiebigkeit des Bohrloches A muss entschieden grösser als diejenige des Bohrloches B sein, gleiche Durchlässigkeit bei Schicht aA und bB und gleiche Tiefe der Bohrlöcher A und B vorausgesetzt; denn ausser dem Druck unter dem Nullniveau kommt hier örtlich noch der Druck der Wassersäule (Grundwasserstrom) $N_5—N_0$ dazu. Wird aber durch mangelhafte Zufuhr oder durch starke Inanspruchnahme das Wasserlager (Strom) erschöpft, so wird das Niveau desselben in aA allmählich von N_5 auf N_4 , N_3 , N_2 , N_1 und N_0 , das allgemeine constante Grundwasserniveau, sinken müssen. Dann bietet aber die Anlage eines Brunnens in A keinen Vortheil gegenüber der in B. Es handelt sich, wie man klar sieht, wesentlich darum, ob das Wasserniveau der Wassererhebungen durch Anzapfung oder Zufuhrentziehung beträchtlich erschöpft, d. h. bis auf das allgemeine Niveau gesenkt werden kann. Dieses hängt aber wiederum vom Charakter der Zufuhr und des Zufuhrgebietes ab. Lässt es sich unanfechtbar nachweisen, dass das Niveau des Grundwasserstromes am Langstingsee in Zukunft in Folge der einen oder der anderen Ursache nicht sinken kann, so ist dieses sehr günstig. Der Beweis

dürfte aber nicht möglich sein³⁴⁾. Vermag dieses Niveau aber beträchtlich resp. auf das allgemeine Nullniveau zu sinken, so könnte immerhin Wasser durch Rückfiltration aus den Weissen Seen gewonnen werden. Was hätte das aber für einen Vortheil? Unter diesen Umständen, wasser-durchlässiges Material vorausgesetzt, würde die Wasser-entnahme am Ufer des Stintsees und erst recht dem der Düna³⁵⁾, weit näher zur Stadt, grössere Vortheile bieten. Die Entscheidung dieser Frage kann nur entweder auf Grund erneuerter Untersuchungen oder auf die Autorität und Verantwortung des Herrn Thiem hin erfolgen. Wofür man sich entschliesst, ist Sache persönlicher Ueberzeugung. Ich kann mich nicht darüber aussprechen, ohne der Autorität des Herrn Thiem zu nahe zu treten, was durchaus nicht in meiner Absicht liegt.“

„Das oben Entwickelte ist auch der Kern und Sinn der Ausführungen des Herrn Stadtforstmeisters Ostwald; von diesen Voraussetzungen geht er auch, soweit ich ihn verstanden habe, aus, wenn er den Grundwasserstrom in einen oberen Theil — die Wassererhebungen — und einen unteren, entsprechend dem allgemeinen Niveau des Grundwassers, also dem Niveau des Stintsees resp. des Meeres, zerlegt. Er benutzt diese Zerlegung nur als Hilfsmittel,

34) Vergl. hiergegen Anmerkung 30.

35) Die Düna hat hier fraglos vollkommen ausser Acht zu bleiben. Oberhalb der Stadt ist der Eintritt eines Grundwasserstromes von der Düna aus in die quartären Ablagerungen vollständig ausgeschlossen, weil hier die devonischen Dolomite schon über das Niveau des Fluss-spiegels emportreten. Den Dünastrom unterhalb der Stadt zur Wasser-lieferung in der angedeuteten Richtung heranzuziehen, verbietet sich, abgesehen von local ungünstigen orographischen Momenten (Herantritt hoher Dünen an den Strom), durch die starke Besiedlung dieses Rayons bis Mühlgraben.

um sich verständlich zu machen³⁶⁾. Die Fragen, die Herr Ostwald aufwirft, insbesondere in Bezug auf die Moore, sind übrigens nicht so einfacher Natur und lassen sich nicht mit Hinweisungen auf Lehrbücher und nackten Citaten, wie es die Herren Thiem³⁷⁾ und Salm thun, aus der Welt schaffen. Obige Ausführungen stimmen doch wohl mit den „Elementargesetzen der Hydraulik“ vollkommen überein³⁸⁾. Sinkt also der Spiegel des über dem allgemeinen Niveau örtlich befindlichen Grundwasserstromes, so sinkt der Druck und er kann schliesslich, wie wir gesehen haben, ein Mass erlangen, welches andere geringere Erhebungen besitzen, die aber den Vortheil eines ausgedehnteren Zufuhrgebietes haben und in Folge dessen auch bei reichlicher Wasserentziehung constant in ihrer Ergiebigkeit bleiben. Wie sind nun die Nährgebiete der Grundwasserströme bei Bellenhof und der benachbarten Gegenden beschaffen? Für die Grundwassererhebung in der für die Wasserversorgung vorgeschlagenen Gegend kommt als Nährgebiet nur das Areal, das zwischen den Weissen Seen, der Krewuppe und der Aa liegt, in Betracht³⁹⁾. Ueber den Verlauf der Wasserniveaucurven östlich von dem Langsting- und dem Saksche-See zur Aa hin ist nichts bekannt, da hier jegliche Untersuchungen fehlen. Ob eine Verbindung mit der Aa besteht, ist nicht zu ersehen. Das in Betracht kommende Gebiet ist ein recht beschränktes und es ist die Möglichkeit, dass die Moore, die als vorzügliche Wassercondensatore, entgegen

³⁶⁾ Die Polemik zwischen den Herren Ostwald einerseits, Thiem und Salm andererseits hatte doch wohl mehr die Sache zum Kern, dass ersterer die Existenz eines „stagnirenden Grundwassersees“ behauptete, dem von letzteren mit Recht widersprochen wurde.

³⁷⁾ In Thiem's Entgegnung (Nr. 25) ist hiervon nichts zu lesen.

³⁸⁾ Vergl. hierzu Nr. 27, S. 158.

³⁹⁾ Dass dies durchaus irrig und das betreffende Nährgebiet ein grösseres ist, wurde schon in Anmerkung 30 dargelegt.

der Ansicht des Herrn Salm (cf. [22] S. 112)⁴⁰⁾, bekannt sind, bei der Wasserzufuhr eine sogar entscheidende Rolle spielen, durchaus nicht ausgeschlossen⁴¹⁾. Die von Herrn Ostwald angeregte Moorfrage ist eine sehr interessante und einer näheren wissenschaftlichen Untersuchung wohl werth, um so mehr als zur Beurtheilung derselben exactes Material gar nicht vorliegt⁴²⁾. Man kann auf Grund von Thatsachen die Betheiligung der Moore an ergiebiger Grundwasserbildung nicht einfach weglegnen, wie es Herr Salm thut (l. c.). So werden beispielsweise auf dem Kamm des Riesengebirges sehr bedeutende Wasserläufe, darunter die Elbe, anfangs ausschliesslich von Hochmooren auf Granitunterlage gespeist, und, falls hier wasserdurchlässiger Boden wäre, müsste ein ungeheures Quantum in den Grundwasserstrom eintreten⁴³⁾. Auf die Ergiebigkeit des Grundwasser-

⁴⁰⁾ Gegen die Moore als „Wassercondensatore“ hat sich Salm nicht ausgesprochen.

⁴¹⁾ Vergl. hierzu die Anmerkung S. 104.

⁴²⁾ Ueber diese Frage ist schon manches gearbeitet worden, worüber man sich besonders in der Zeitschrift „Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik“ zu orientiren vermag.

⁴³⁾ Dass die Moore sich an der Grundwasserspeisung betheiligen können, ist von Salm nicht einfach weggeleugnet worden; nur kann man über den Betrag dieser Antheilnahme allerdings verschiedener Meinung sein, und da betont denn Salm, dass derselbe gegenüber anderen Factoren, die zur Speisung des Grundwassers dienen, nicht in Betracht komme, zeitweise selbst gleich Null sein kann, eine Meinung, der ich vollkommen beipflichten muss. Die Herbeiziehung der auf Gebirgen aus Hochmooren entspringenden Bäche zur Beleuchtung der für unser Gebiet actuellen Moor-Streitfrage scheint mir nicht glücklich. Der dem herrschenden, von SW kommenden Regenwind sich rechtwinklig entgegenstellende Zug der Sudeten zwingt diesen Wind, sich des grössten Theiles seiner Feuchtigkeit zu entledigen, und so kommt es, dass z. B. der moorreiche Kamm des Riesengebirges eine jährliche Niederschlagsmenge erhält, welche diejenige unserer Gegend um das Doppelte überschreitet (über 1000 mm im ganzen Sudetenzuge gegenüber 521 mm in Riga). Hierzu gesellt sich als ein anderer Factor

stromes oberhalb des Grundwasserspiegels des Weissen Sees lässt sich aus dem Durchflussquantum des Wassers aus dem kleinen in den grossen See kaum ein Schluss ziehen, weil die Annahme, der kleine See könne theilweise aus der Aa

noch der, dass auf jenen bis ca. 1400 m emporragenden Höhen (die Schneekoppe besitzt eine mittlere Jahrestemperatur unter 0°) die Verdunstung eine viel geringere ist als im Tieflande, wie beispielsweise in unserer Gegend. Wenn man ausserdem bedenkt, dass im Hochsommer bei gesteigerter Verdunstung die den sehr ausgedehnten Mooren des Riesengebirges entspringenden Wässer, jedes für sich, darunter die Elbquelle, doch ziemlich armselige Bächlein sind, so kann man vor dem „ungeheuren Quantum“ Wasser, welches in einen eventuellen Grundwasserstrom würde eindringen können, keinen grossen Respect haben, um so weniger, wenn wir diese Moore in unsere, an Niederschlägen ärmeren und der Verdunstung günstigeren livländischen Gegenden würden versetzen können. Uebrigens haben aber alle diese akademischen Erörterungen über die eventuelle unheilvolle Einwirkung der in Zukunft eventuell zur Entwässerung gelangenden Moore auf den Bellenhofer Grundwasserstrom kein irgendwie actuelles Interesse, und zwar deswegen nicht, weil die Moore unzweifelhaft an der Speisung des Grundwassers nur in ganz unbedeutender Masse theilnehmen können. Denn abgesehen davon, dass im Allgemeinen dicht gelagerte humose Ablagerungen für Wasser schon schwer durchlässig sind — und solche finden sich überall am Grunde der Moore —, so kommt hier auch noch in Betracht, dass, wie anderswo häufig, so auch am Grunde unserer Moore sich oft Bildungen von Branderde, Ortstein, Wiesenmergel finden. Diese besitzen aber alle eine nur äusserst geringe Permeabilität für Wasser. Diese letztere ist es, welche in den Hochmooren beträchtliche Wasseransammlungen verursachen kann, nicht aber das allerdings auch grosse Wasseraufspeicherungsvermögen des Moorbodens in erster Linie. Dass das letztere nicht der Fall, ist ja schon daraus ersichtlich, dass Moore durch tiefgehende, intensive Entwässerung eine für das Pflanzenwachsthum schädliche Austrocknung erfahren können. Die „Wassercondensatoren“ Moore spielen für die Speisung des Grundwassers keine Rolle! Die Moore erleiden im Sommer durch Verdunstung einen grossen Wasserverlust, der die oberen Schichten relativ trocken werden lässt. Die Hauptmasse der jährlichen Niederschläge auf Mooren dient zunächst zur Sättigung dieser Schichten, der Rest läuft oberflächlich ab, und nur ein kleiner Theil vermag unter Umständen in die Tiefe zu versinken.

durch die Hollersdorfsche Niederung gespeist werden, nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen ist. Auch hier fehlen wiederum entscheidende Untersuchungen. Wenden wir uns nun der Gegend zwischen Düna einerseits und Stint- und Jägelsee andererseits zu, so ist das Nährgebiet ein mindestens ebenso grosses, wenn nicht ein grösseres⁴⁴⁾, als das eben besprochene; um so mehr ist es zu bedauern, dass das Terrain nördlich der Petersburger Chaussée hydrologisch gar nicht untersucht worden ist. Auch in diesem Gebiet finden sich westlich von Riga ausgedehnte Hochmoore. Für die Beurtheilung der Frage nach der Betheiligung der Hochmoore an der Grundwasserbildung wäre schliesslich die Gegend um den Inge-See von grosser Wichtigkeit. Es ist ein inselartig von allen Seiten durch Wasser begrenztes Gebiet, welches aber, nach den Niveaucurven Thiem's zu urtheilen, eine ansehnliche Grundwassererhebung besitzt, in deren Centrum, wie es scheint, der von Hochmooren umgebene Inge-See liegt. Das Terrain besteht aus alluvialen und eolischen⁴⁵⁾ Sandbildungen. Dass hier die Moore als Wasserquelle dienen können, ist wohl kaum zu bezweifeln. Ich kann hier auf die Polemik, die sich zwischen Herrn Stadtforstmeister Ostwald und Herrn Director Salm über die Moore als Grundwasserzufuhrgebiete entsponnen hat, nicht des Weiteren eingehen, will aber meine Ansicht über diese Frage doch formuliren. Ich halte eine solche Zufuhr von Wasser aus den Mooren zum Grundwasserstrom für durchaus möglich und ein Sinken, selbstverständlich nicht des allgemeinen Grundwasserspiegels, sondern des Niveaus der darauf lastenden örtlichen Grundwassererhebungen, beim Fehlen anderer ausgiebigerer Speisequellen,

⁴⁴⁾ Ist unbewiesen und auch sicher nicht der Fall.

⁴⁵⁾ Diese äolischen Sandbildungen sind auch alluvial!

nach einer eventuellen Trockenlegung des Hochmoores für wahrscheinlich. Legen wir uns nun schliesslich die Frage vor, woher stammt das Wasser in den über das allgemeine Nullniveau sich erhebenden, örtlich beschränkten Theilen des Grundwasserstromes. Auf die Capillaradhäsion lassen sich die beträchtlichen Erhebungen nicht zurückführen. Von den Niederschlägen lässt sich nur der Theil für diese Erhebungen in Anspruch nehmen, der auf das Areal, welches sie einnehmen, entfällt und nicht etwa den Seen zu Gute kommt. Diese Areale sind aber nicht gross. Nun ist es eine allerdings allgemein verbreitete, aber durchaus unerwiesene Annahme, dass ein Drittel des Meteorwassers in die Tiefe sinkt. Es ist höchst wahrscheinlich, dass ein viel geringerer Theil in wasserdurchlässigem Boden den tieferen Schichten zugeführt wird, und neueste experimentelle Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass voraussichtlich der grössere Theil des Wasserquantums, welches unter der Oberfläche circulirt, nicht auf das Meteorwasser (Regenwasser) kommt, sondern anderen Ursachen, hauptsächlich der Condensation des Wasserdampfes im Boden seine Quelle hat. Anders wären ergiebige Quellen in ausgedehnten Dürren und regenlosen Gebieten, wie z. B. in der Sahara, nicht zu erklären, denn der Oberflächenthau kommt als Nährquelle kaum in Betracht⁴⁶). Auf rein hypothetische Voraussetzungen lassen sich aber Berechnungen nicht basiren (cf. Salm [22] S. 113), daher bleibt auch die Frage offen, ob die Grundwassererhebungen durch die Regenmenge, die auf ihr Nährgebiet entfällt, auf ihrem Niveau erhalten werden und ob diese Quelle allein genügt, dieses Niveau bei dauernder

⁴⁶) Die Sahara ist nicht vollkommen regenlos, und es ist daher nicht ausgeschlossen, dass das dortselbst vorhandene Grund- und artesische Wasser, welches die Quellen speist, zum allergrössten Theile den Niederschlägen seinen Ursprung verdankt.

Anzapfung unverändert auf derselben Höhe zu erhalten⁴⁷⁾. Sind aber die Grundwassererhebungen über das allgemeine Grundwasserniveau für die Bestimmung des Ortes der

47) Man wird gut thun, den oben angedeuteten „neuesten experimentellen Untersuchungen“ mit grosser Skepsis zu begegnen. Für unsere in Betracht kommende Gegend liegen die Verhältnisse einfach folgendermassen: Das im Osten Riga's nach Rodenpois und Hintzenberg zu gelegene Gebiet ist zum allergrössten Theil bewaldet und steigt, reichlich von Dünen coupirt, ganz sanft empor. Abgesehen von den zerstreuten, quantitativ aber sehr untergeordneten Moorflächen, steht durchgehends Sandboden an. Für die Bildung des das Grundwasser speisenden Sickerwassers innerhalb der Sandablagerungen kommen nun folgende Factoren in Betracht. Von der jährlichen Niederschlagsmenge gelangt in Waldgebieten nur ein Theil auf den Boden (z. B. im dicht geschlossenen Fichtenbestande nach Bühler's Untersuchungen 55-60%), der andere wird von den oberirdischen vegetativen Organen zurückgehalten und verdunstet. Für unser Gebiet ist jener Procentsatz sicher höher zu veranschlagen: nehmen wir 75% an. Ein Theil der auf dem Boden anlangenden Niederschläge kann nun oberflächlich abfliessen (dieser Betrag ist in unserem speciellen Falle gering, weil nur bei der Schneeschmelze ausserhalb des Dünenbezirkes in Betracht kommend), ein Theil verdunstet (Wald und Streudecke setzen jedoch den im freien Gelände beobachteten normalen Verdunstungsbetrag ausserordentlich herab, nach Ebermayer's Schätzung um 84%), der Ueberschuss dringt in den Boden ein, und der weitere Vorgang gestaltet sich nun im Allgemeinen wie folgt: Hat sich bei feuchter Witterung die obere Bodenschicht entsprechend ihrer Wassercapacität mit Wasser gesättigt, so wird das Uebermass der Niederschläge an die Tiefe abgegeben. In Trockenperioden wird ein kleinerer oder grösserer Theil des aufgespeicherten Wassers durch Verdunstung verbraucht, der bei erneuten Niederschlägen ersetzt werden muss, bevor wiederum ein Absinken nach unten eintreten kann. Nun besitzt aber der Sandboden die kleinste Wassercapacität und giebt daher ungleich mehr Sickerwasser an das Grundwasser ab, als jede andere Bodenart. Diese Menge wird relativ noch dadurch erhöht, dass dem Sandboden eine geringere Verdunstungsgrösse zukommt, als anderen Bodenarten. Bei Bühler's Versuchen flossen durch kahlen Sandboden 84% der Niederschlagsmenge an Sickerwasser ab (Mittel aus 36 Monaten), Wollny nimmt für die Sickerwassermenge im Quarzboden $\frac{2}{3}$ der Regenmenge an. Man wird mit durchschnittlich 75% der Wahrheit nahe kommen. Andererseits erleidet das zur Speisung des Grundwassers

Wasserentnahme von keiner praktischen Bedeutung (dieses ist allerdings nicht der Fall), wie Herr Salm anzudeuten scheint, und sind sie Schwankungen resp. einem Herabsinken unterworfen, was nicht ohne Weiteres in Abrede gestellt zu werden vermag, haben wir also ausschliesslich mit dem allgemeinen Niveau des Grundwasserstromes (dem Niveau der grossen Seen) zu thun (nach Salm), so ist kein triftiger Grund anzuführen, weshalb nicht ausser dem südöstlichen Ufer der Weissen Seen in einer Gegend des in Betracht kommenden Gebietes, also auch näher zur Stadt, Wasser in genügender Quantität, gut wasserdurchlässiges Material vorausgesetzt, zu erbohren ist.“

dienende Sickerwasser eine Einbusse durch endosmotische Aufsaugung seitens der Vegetation. Bei Fichten- und Kiefernbestand beträgt dieselbe im Mittel verschiedener Bodenarten 33%, wobei speciell beim Sandboden diese Zahl noch weiter herabsinkt.

Zieht man aus der Summirung aller dieser Vorgänge das Resultat, so folgt, dass es in unserem speciellen Falle nicht so ganz „hypothetisch“ ist, wenn wir ungefähr ein Drittel unserer jährlichen Niederschläge für die Speisung des Bellenhofer Grundwasserstromes annehmen, und es ist daher die Kenntniss der jährlichen Regenhöhe eines Gebietes, worauf Salm in der von Lagorio citirten Stelle hinweist, eine durchaus nützliche, aus der sich anschauliche und wichtige Schlüsse ziehen lassen.

Was schliesslich die oben erwähnte Theorie der „Condensation der Wasserdämpfe im Boden“ betrifft, so sei darauf hingewiesen, dass eine solche nichts Neues ist. Schon Volger und Mohr haben die Ansicht vertreten, dass für die Bildung des Grund- und Quellwassers die Verdichtung des Wasserdampfes der vom Erdboden aufgesaugten Luft ganz ungemein in Betracht komme, eine Theorie, die aber schon von Hann und Wollny in inhaltsreichen Abhandlungen widerlegt worden ist. Erst kürzlich hat Wollny wiederum die völlige Hinfälligkeit der öfters vertretenen Annahme dargethan, nach welcher durch die Hygroscopicität der Bodenarten — welche nebenbei gesagt, unter allen beim Sandboden am geringsten ist — die Pflanzen mit Wasser versorgt und namentlich in Trockengebieten am Leben erhalten werden sollen. Daran ändert auch die neuerdings ausgesprochene Ansicht Golowinski's, dass Boden-, Grund- und artesisches Wasser sich im Boden durch Condensation der Wasserdämpfe selbst bilden, nichts.

„Auf Grund des Materials und der darauf gestützten oben angestellten Betrachtungen musste ich zu folgenden Schlüssen gelangen:

- 1) Das Wasser von Bellenhof ist qualitativ gut und gegenwärtig auch in genügender Quantität zu beschaffen.
- 2) Es ist nicht einwandfrei erwiesen, dass die Wassergiebigkeit der dort anzulegenden Brunnen auch in Zukunft bei beträchtlicher Anzapfung, Trockenlegung der Moore im Nährgebiet, Wachsen der Bevölkerung, bei unveränderter Bauanlage dauernd constant bleibt und den eventuell gesteigerten Ansprüchen genügt.
- 3) Es ist durch genügende Untersuchungen nicht unwiderleglich festgestellt, dass ein gleiches Quantum Wasser in einer anderen Gegend, als in der Bellenhofschen (näher zur Stadt hin), nicht zu erlangen sei.
- 4) Die Bedenken des Herrn Stadtforstmeisters Ostwald sind nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen und der Beachtung durchaus werth.“

„Ich komme daher zu der Ueberzeugung, dass es keine andere Wahl giebt, als entweder weitere ausgedehntere Untersuchungen, um eine Basis für eine richtige Kenntniss der hydrologischen Verhältnisse zu gewinnen, oder der Glaube an die Autorität des Herrn Baurath Thiem.“

„Damit hätte ich die mir gestellten Fragen beantwortet und könnte füglich schliessen. Doch halte ich es für meine Pflicht, noch eines Umstandes Erwähnung zu thun, und es sei mir daher gestattet, auf denselben ganz kurz einzugehen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass ausgedehnte Untersuchungen kostspielig sein werden, und doch werden sie sich, wenn man nicht riskiren will, kaum vermeiden lassen. Beim Durchstudiren des ganzen Materials habe ich mich nun dem Eindruck nicht entziehen können, als ob eine

Voreingenommenheit für Grundwasserversorgung im Allgemeinen und zu Gunsten des Grundwassers aus der Bellenhofschen Gegend im Speciellen vorhanden sei. Die kostspieligen Untersuchungen, die Zweifel an dauernder genügender Quantität und vor allem daran, dass die Gegend am Weissen See die einzige nächstgelegene, für die Wasserversorgung in Betracht zu ziehende sei, können ja leicht vermieden werden, wenn man auf die nächste, ergiebigste und unerschöpfliche Quelle, die Düna, wieder zurückgreift. Das Dünawasser ist in chemischer Beziehung als vorzügliches zu betrachten; es steht dem Bellenhofschen Grundwasser in dieser Beziehung durchaus nicht nach, denn ein geringerer Gehalt an mineralischen Bestandtheilen kann nicht immer als ein Vorzug angesehen werden; durch Filtration kann es rein und bekanntlich auch bacterienfrei erhalten werden (letzterer Ansicht ist übrigens auch Herr Salm, cf. [12] S. 77)⁴⁸⁾. Das filtrirte Leitungswasser in Warschau ist das runde Jahr krystallklar, während das in die Filterwerke eintretende Flusswasser stets trübe, zu Zeiten aber lehmfarbig ist; zugleich ist es stets frisch und wohlschmeckend, obgleich es in seiner chemischen Beschaffenheit dem Dünawasser nachsteht⁴⁹⁾. Die zu Gunsten

⁴⁸⁾ Hierzu schreibt mir Herr Director Salm: „Dieser Ansicht war ich allerdings damals. Die bedeutenden Fortschritte der bacteriologischen Forschung, besonders in Bezug auf die Wirkung der künstlichen Filtration für centrale Wasserversorgungen, konnten mir aber nicht fremd bleiben. Es ist heute allgemein bekannt, dass man mit Hülfe von Sandfiltern nicht bacterienfrei filtriren kann, man hat deshalb Grenzwerte für die Zahl der Keime im filtrirten Wasser aufgestellt. Ob die jetzt festgestellten Grenzwerte (unter 100 Keime pro Cbcm) bestehen bleiben oder im Laufe der Zeit wieder geändert werden, ist noch eine offene Frage.“

⁴⁹⁾ Hat nur eine relative Bedeutung. Ein künstlich filtrirtes Wasser steht an Frische und Wohlgeschmack unstreitig dem natürlich filtrirten, dem Grundwasser, weit nach.

des Grundwassers stets angeführte Bacterienlosigkeit ist nicht wörtlich zu nehmen; beim Passiren eines Leitungsrohres von mindestens 10 km Länge wird es bei seinem Eintritt in das Leitungsnetz nicht als solches betrachtet werden können. Wöchentlich durchgeführte sorgfältige vergleichende bacteriologische Untersuchungen des Wassers im Reservoir und im Leitungsnetz zu Warschau haben gezeigt, dass die Anzahl der Bacterien auf dem verhältnissmässig kurzen Wege rapid wächst; während es im Reservoir als bacterienfrei bezeichnet werden kann, ist es im Leitungsnetz, streng genommen, nicht mehr. Schliesslich lässt sich auch die Bevölkerungszunahme, also auch die Steigerung des Wasserbedarfs der Stadt für die nächste Zukunft, bei der beginnenden Industrialisirung Russlands kaum mit annähernder Sicherheit vorausberechnen. Westeuropäische Verhältnisse sind schwerlich in Parallele zu ziehen. Um so werthvoller ist es, um für alle Fälle gesichert zu sein, sich einer Quelle zuzuwenden, welche gutes Wasser in unmittelbarer Nähe und beliebiger Quantität stets liefern kann.“

„Ich erlaube mir deshalb zum Schluss meine Ansicht folgendermassen zusammenzufassen:

„In erster Linie wäre eine Versorgung der Stadt durch filtrirtes Dünawasser angezeigt⁵⁰⁾ und erst in zweiter Linie

⁵⁰⁾ Es sei gestattet, diesem Vorschlage des Herrn Prof. Dr. Lagorio zu Gunsten des Filtrationsprojectes den Ausspruch eines auf dem Gebiete der Wasserfiltration hervorragenden Fachmannes, Ingenieur Kümmel, Director der Altonaer Filtrirwerke, gegenüberzustellen, den derselbe in zwei mir zur Verfügung gestellten Schreiben an Herrn Director Salm gethan hat. Es heisst daselbst: „Wenn Sie übrigens die Möglichkeit haben, Grundwasser in ausreichender Menge und Güte zu finden, dann sollten Sie dazu doch zuerst greifen, denn filtrirtes Flusswasser ist doch nur ein Behelf, wenn nichts Besseres zu finden“ (Schreiben vom 21. I. 1893). — „Wenn Sie die Möglichkeit haben,

ist eine Grundwasserversorgung in Betracht zu ziehen; dazu sind aber ausgiebige, erneuerte Untersuchungen der hydrologischen Verhältnisse unerlässlich.“

„Finanzielle Erwägungen stehen ausserhalb meiner Kompetenz⁵¹⁾.“

27. O. Smreker: Zuschrift. 1./13. März 1897.

Da im Gutachten des Herrn Prof. Dr. Lagorio einerseits die Quantitätsversuche des Herrn Ingenieur Smreker in ihrem Werthe sehr herabgesetzt worden waren, und andererseits sich Sätze finden, die mit den Gesetzen der Hydraulik nicht in Einklang stehen, so wurden die Correcturbogen jenes Gutachtens sowohl Herrn Ingenieur Smreker als auch Herrn Ingenieur Thiem übersandt, um eine Gegenäusserung bezw. eine Beleuchtung jener hydraulischen Darlegungen zu veranlassen. Herr Ingenieur Thiem hat es jedoch abgelehnt, sich auf eine hydrologische Erwiderung einzulassen, da sie sehr umfangreich ausfallen müsste, wenn sie erschöpfend sein sollte. Herr Ingenieur Smreker übermittelte dagegen ein vom 1./13. März 1897 datirtes Schreiben an die Verwaltung der Gas- und Wasserwerke, aus welchem hier auszüglich das Wichtigste mitgetheilt werden soll.

Es heisst: „Wenn Herr Prof. Lagorio meine Versuche als „grob“ bezeichnet, so darf ich wohl voraussetzen, dass er bessere Methoden kennt, deren recht baldige Veröffentlichung

Grundwasserversorgung einzurichten, das Wasser gut und reichlich ist, dann ist das immer besser, als filtriren, und sicher viel Geld werth. Das Filtriren ist nicht billig, und alles Filtriren ist nur ein letztes Mittel, wenn andere Wasserquellen versagen; giebt es diese, dann **nie** filtriren. Dies ist das Urtheil eines auf die Filtration eingeschworenen, doch sicher sachkundigen Thebaners“.

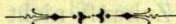
⁵¹⁾ Die aufgestellten Projecte haben ergeben, dass eine Filtrationsanlage in Riga wesentlich theurer zu stehen kommen wird, als die Grundwasserfassung in Bellenhof (vergl. Salm S. 80 und Thiem Nr. 19).

ich persönlich mit grosser Freude begrüßen würde;“ so lange aber solche nicht bekannt, sei eine Berechtigung zu obiger Bezeichnung nicht vorhanden. „Herr Lagorio schliesst aus dem Umstande, dass Herr Thiem und ich aus denselben Versuchen verschiedene Resultate ableiten, dass diese Versuche nicht einwandfrei und sehr ungenau waren; die Logik dieses Schlusses ist mir unverständlich, oder vielleicht besser gesagt, unerfindlich, denn die beiderseitigen Schlüsse basiren auf derselben, durch Versuche festgestellten Thatsache; wenn der eine Schluss nun falsch ist, so folgt daraus durchaus nicht, dass die Versuche ungenau gewesen sind.“ Der Verfasser wendet sich dann entschieden gegen die Argumentation des Herrn Prof. Lagorio, dass die Betriebsstörungen, Verstopfungen durch Sand und die gegenseitige Beeinflussung der beiden Brunnen die Versuche als grobe Annäherung charakterisiren. Jeder, der eine Vorstellung von solchen Quantitätsversuchen besitze, müsse wissen, „dass derartige Betriebsstörungen, wie sie in Riga vorgekommen, bei solchen Versuchen einfach unvermeidlich sind; für die Beurtheilung der Verhältnisse kommt es nur darauf an, dass schliesslich der Beharrungszustand, d. h. ein Gleichgewichtszustand zwischen Entnahme und Zufluss aus dem Brunnen eingetreten ist, und ist es vollständig gleichgiltig, wenn in Folge von derartigen Unterbrechungen der Beharrungszustand einige Tage später eintritt, als dies ohne diese Unterbrechung der Fall gewesen wäre. Der Beharrungszustand ist nun bei allen Versuchen unzweifelhaft erreicht, und sind ganz ausgedehnte Untersuchungen zu dem speciellen Zwecke vorgenommen worden, den Eintritt dieses Beharrungszustandes nachweisen zu können,“ worüber im Originalbericht Nr. 2 eingehende Mittheilungen gegeben sind. Der Zweifel, ob man das Pumpen Tag und Nacht ununterbrochen fortgesetzt habe, sei naiv, da Jedermann bei einem Quantitätsversuch

einen fortlaufenden, nicht aber einen intermittirenden Betrieb voraussetzen wird.

„Die Feststellung der gegenseitigen Beeinflussung der beiden Brunnen war eine der Aufgaben des Quantitätsversuches; warum Herr Prof. Lagorio aus dieser festgestellten gegenseitigen Beeinflussung einen Vorwurf gegen den Quantitätsversuch schmiedet, ist mir unerfindlich; ich habe mit vollem Bewusstsein der gegenseitigen Beeinflussung den dritten Versuch disponirt und würde das heute genau ebenso thun; hätte ich diese Beeinflussung vermeiden wollen, so wäre dies ein Leichtes gewesen, wenn ich das geförderte Wasserquantum entsprechend vermindert hätte. Ich habe im Uebrigen ca. 15 solcher Quantitätsversuche nach meiner Methode durchgeführt, und mag es Herrn Prof. Lagorio vielleicht zur Beruhigung dienen, zu erfahren, dass bei den späteren Ausführungen die Ergebnisse der definitiven Wassergewinnungsanlagen meine Schlüsse immer im vollen Umfange bestätigt haben“.

„Auch die allgemeinen hydrologischen Ausführungen des Herrn Prof. Lagorio stimmen vielfach mit meiner Auffassung der dortigen Verhältnisse durchaus nicht überein.“



Schlusswort.

Die Ausführungen des Herrn Prof. Dr. Lagorio haben die Thiemschen Untersuchungen und Resultate in keiner Weise erschüttern können. Waren auch einige Einwände geologischer Natur berechtigt, so bezogen sich dieselben doch auf hier nur nebensächliche Punkte. Richteten sich Einwände oder Ausstellungen gegen Hauptgrundlagen, so vermochte ich eine Berechtigung derselben nicht anzuerkennen. Die Thiemschen Untersuchungen und Vorschläge sind und bleiben das, auf was man bei einer endgiltigen und naturgemässen Lösung der Wasserversorgungsfrage Rigas stets zurückkommen müssen. Ich kann, ganz im Gegensatz zu Herrn Stadtforstmeister Ostwald und Herrn Prof. Dr. Lagorio, nicht umhin, dem sicheren Blick und der Routine, mit welcher Herr Baurath Thiem in kurzer Zeit die hydrologische Untersuchung der Umgebung Rigas vollführte, derart, dass bis heute nichts Besseres an deren Stelle getreten ist — was übrigens auch für die Zukunft nicht möglich sein wird, da jene Ausführungen durchaus sachgemäss und auf richtigem Boden sich bewegen — vollste Anerkennung zu zollen.

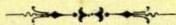
Wenn ich zum Schluss, ohne Auftrag hierzu zu haben, mir noch erlaube, meinen Standpunkt in der Wasserversorgungsfrage Rigas, wie er sich theils auf selbständiger Kenntniss der geologischen Verhältnisse der weiteren Umgebung der Stadt, theils auf Grund eingehenden Studiums des vorliegenden Actenmaterials, herausgebildet hat, zu präcisiren, so geschieht solches, weil sich derselbe ohnehin

aus den von mir gegebenen Anmerkungen unschwer würde herauslesen lassen.

Eine objective Beurtheilung des vorliegenden Thatsachenmaterials zwingt zur Vertretung folgender Sätze:

- 1) Das Grundwasser von Bellenhof ist qualitativ vorzüglich und quantitativ in durchaus genügender Menge, auch bei zukünftig gesteigertem Bedarf, zu erhalten.
- 2) Es ist ausgeschlossen, dass eine zukünftige etwaige Entwässerung einzelner, im Nährgebiet des Bellenhofer Grundwasserstromes gelegener Hochmoore von verhängnissvollem Einfluss auf die Ergiebigkeit des Stromes sein werde.
- 3) Es ist ausgeschlossen, dass ein Grundwasserstrom, der ein gleich ergiebiges und einwandfreies Wasser liefert, wie der Bellenhofer, in grösserer Nähe zur Stadt hin könne aufgedeckt werden, und ist daher die Inangriffnahme kostspieliger Voruntersuchungen nach dieser Richtung hin nicht zu befürworten.
- 4) Den Bedenken des Herrn Stadtforstmeisters Ostwald ist eine ausschlaggebende Gewichtigkeit nicht beizumessen.
- 5) Hydrologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Düna und Stintsee würden nur Zweck haben, wenn von Technikern die Frage, ob durch Rückfiltration aus dem See ein einwurfsfreies Trinkwasser in ausgiebiger Menge unter geringerem Kostenaufwand als beim Bellenhofer Project erhalten werden könnte, eine befürwortende Begutachtung fände.
- 6) Das Project der Versorgung von Riga mit filtrirtem Dünawasser ist nicht zu befürworten.

Dr. B. Doss.



Höhenschichtenplan des Grundwassers

in der Umgebung nordöstlich von Riga.

M = 1:50000.

Bemerkungen.

Horizont: 100,00 m unter Nullpunkt des Kronstädter Pegels.

Römische Ziffern: Werst-Eintheilung.

Schwarze Ziffern: Terraintoten.

Rote Ziffern: Peilungstiefen der Seen.

Blau Ziffern: Wasserspiegelcoten, gem. Anfang October 1882.

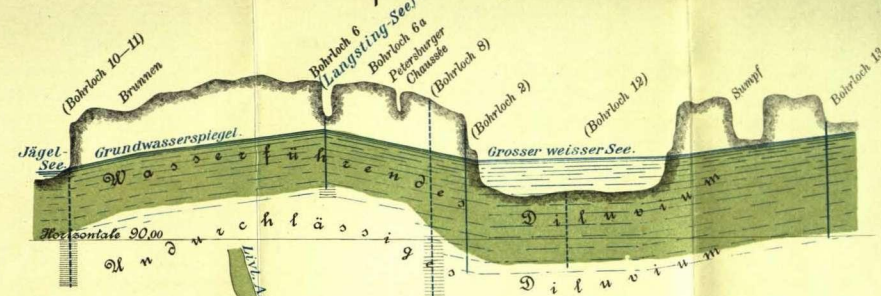
•: Brunnen ○: Bohrlöcher.

—: Horizontalcurven des Grundwasserspiegels, gem. Anf. Oct. 1882.

Aequidistanz der Curven: 0,500 m.

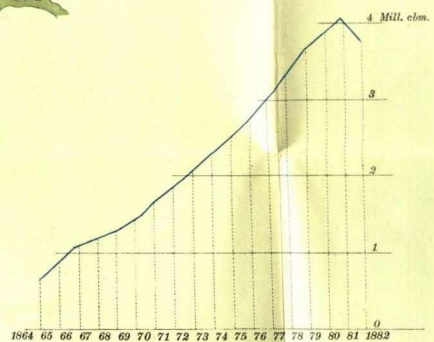
—: Linien, auf denen die Interpolation erfolgte.

Profil ab. Längen 1:50000, Höhen = 1:500.



Jahres-Verbrauch.

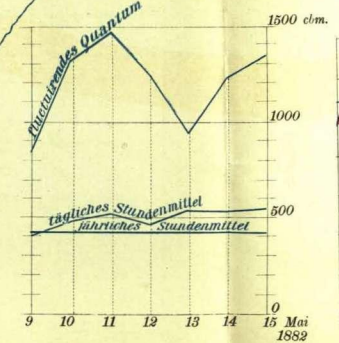
1 Fache = 5 mm.
50000 cbm = 1 mm.



Verbrauchswerte

in der Periode des Tagemaximums.

1881-82.
1 Tag = 10 mm.
100 cbm = 5 mm.



Stundenverbrauch.

1 Stunde = 5 mm.
100 cbm = 10 mm.

