



BERICHT

über die neuen Bezugsquellen

für

Wasserversorgung der Stadt Riga;

im Auftrage der Verwaltung
der Ständischen Gas- und Wasser-Werke

bearbeitet von

A. Thiem.

MÜNCHEN, 1883.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

BERICHT

über die neuen Bezugsquellen

für

Wasserversorgung der Stadt Riga;

im Auftrage der Verwaltung
der Ständischen Gas- und Wasser-Werke

bearbeitet von

A. Thiem.

MÜNCHEN, 1883.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Einer Wohlloblichen Verwaltung
der ständischen
Gas- und Wasser-Werke zu Riga.

Sehr geehrte Herren!

Den mir zu Theil gewordenen ehrenvollen Auftrag: für die Reorganisation des dortigen Wasserwerkes zweckentsprechende Vorschläge zu machen, glaube ich durch nachstehenden Bericht erfüllt zu haben.

Derselbe umfasst die Darstellung des gegenwärtigen Zustandes nebst statistischer Beleuchtung der verflossenen Betriebsjahre, ferner einen kurzen Ueberblick über die künstliche Filtration und der Hauptsache nach die Arbeiten, deren Ergebnisse und daraus gezogenen Schlüsse über den hydrologischen Zustand des Grundwassers in der Umgebung von Riga.

Als Erläuterung dazu dienen die Beilagen A, B und C und ein Blatt Zeichnung. Als Maasseinheit habe ich das Metermaass und als allgemeinen Horizont, auf

den sich alle Coten beziehen , eine Ebene 100 m unter Null des Kronstädter Pegels angenommen; letzteres war behufs Vermeidung negativer Coten wünschenswerth.

Die Zeitangaben entsprechen dem russischen Kalender.

Es war mir nicht darum zu thun: Behauptungen und Schlüsse lediglich vom Standpunkte des Fachmannes aufzustellen, sondern ich beabsichtigte vielmehr: auch dem ausserhalb des Faches stehenden Leser den logischen Gang der Untersuchungen klar zu legen und ihn so in die Lage zu versetzen, meine Methoden kritisch prüfen zu können. Ich gebe mich der angenehmen Hoffnung hin, dass mir dies gelungen sei, dass meine Arbeit Ihren Beifall finden und Sie Veranlassung nehmen mögen, die Angelegenheit in dem Sinne zu verfolgen, wie ich Ihnen vorzuschlagen mir erlaubte.

MÜNCHEN, den 10./29. Januar 1883.

A. Thiem.

Gegenwärtiger Zustand.

Die Stadt Riga ist seit dem Jahre 1864 mit unfiltrirtem Dünowasser versorgt; es liegen somit 18 jährige Beobachtungsreihen über den Verbrauch und dessen Vertheilung auf Monate, Tage und Stunden vor, welche es ermöglichen mit einem gewissen Wahrheitsgrade das zukünftige Bedürfnis abzuschätzen. Leider sind die Beobachtungen des Wasserwerkes nicht in Beziehung mit dem Bevölkerungsgange zu setzen; es ist mir nicht gelungen, über letzteren statistisches Material aufzufinden, mit Hilfe dessen es möglich gewesen wäre, den specifischen Bedarf, d. h. die auf den einzelnen Einwohner entfallende Wassermenge, in feinem Gange festzustellen.

Ich entnehme dem Commissionsbericht: »Das Nivellement und die Neuvermessung der Stadt Riga, 1880 bis 1882«, das in den Jahren 1866 und 1867 die Einwohnerzahl der innern Stadt 18227, diejenige der Vorstädte 84363, im Ganzen also 102590 betrug, während die Volkszählung des Jahres 1881 bezw. ergab 20091, 148637 und 168728.

Im Betriebsjahre 1866/67 war der Wasserverbrauch 1132100 cbm, im Jahre 1880/81 dagegen 4000500; es

entspricht dies einem Wachsthum des specifischen Tagesconsums von 30 auf 65 l. Der durchschnittliche Tagesverbrauch per Kopf ist also in dieser Zeit um mehr als das Doppelte gestiegen. Die vereinzelt Angaben über Bevölkerungszahlen machen es unmöglich, mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung den muthmaaflichen Bevölkerungsgang für das nächste Jahrzehnt auszuwerthen; es entscheidet hierbei nicht der Anfangs- und End-Werth einer gewissen Periode, sondern vielmehr die Art und Weise, wie sich die Veränderung innerhalb der Periode vollzogen hat. Aus diesem Grunde können sich die Betrachtungen und Deductionen nur auf die letzten 2 Betriebsjahre erstrecken und somit nur der gegenwärtige Zustand und dessen zeitlich unmittelbar benachbarte Vergangenheit behandelt werden.

Seit Eröffnung des Wasserwerkes bis zum Betriebsjahre 1881/82 hat eine stetige Steigerung des Jahresconsums stattgefunden, im genannten Jahre dagegen eine Verminderung desselben. Der Verbrauchsgang ist auf Blatt I graphisch und in Beilage A Tabelle I synoptisch dargestellt. Die Werthe der 4 letzten Betriebsjahre sind:

1878/79	1879/80	1880/81	1881/82.
3642900	3830200	4000500	3690200 cbm.

Der Verbrauch in 1881/82 sank somit unter denjenigen in 1879/80 und kommt fast demjenigen in 1878/79 gleich. Die Gründe für diesen Rückgang sind allgemein bekannt, sie liegen in der umsichtigen Controlle, welche seitens der Verwaltung auf den Verbrauch ausgeübt wird, und sie zeigen zugleich, daß auch hier, wie sonst an vielen Orten, der wirkliche Bedarf von dem stattfindenden

Verbrauch bedeutend überstiegen wird, oder das die Lieferung und Bezahlung nicht immer im angemessenen Verhältniß stehen, und die Herstellung eines solchen ihren technischen Ausdruck im Rückgange des Verbrauches findet. Es ist nicht unwahrscheinlich, das bei fortgesetzter Controlle eine weitere Abminderung des Consums sich einstellen wird, und man könnte deshalb, ohne Unterschätzung zu befürchten, den gegenwärtigen Jahresconsum auf 3700000 cbm feststellen. Diese Zahl erfährt jedoch noch insofern eine Verkleinerung, als die Verbrauchsmengen nicht effectiv gemessene, sondern, wie nicht anders möglich, aus Hubzahlen der Maschinen berechnete sind. Nimmt man den Nutzeffect der Pumpen mit 0,95 an, so ergibt sich ein Jahresverbrauch von $3\frac{1}{2}$ Millionen Cubikmeter oder durchschnittlich 9600 Tagescubikmeter oder 111 Sekundenliter.

Zur Beurtheilung der an eine neue Bezugsquelle zu stellenden quantitativen Anforderungen ist die Feststellung des Verhältnisses: durchschnittliche zu maximaler Tagesleistung nothwendig; wenn es sich um eine Abgleichung zwischen den Kosten für eine motorische Anlage und für nothwendigen Reservoirinhalt handelt, so tritt noch die Bestimmung des fluctuirenden Verbrauches in Abhängigkeit von der Tageszeit hinzu.

Nimmt man an: das Wasser werde nur zu wirklichen Bedarfszwecken verwendet, so wird sein Verbrauch in den Nachtstunden erheblich sinken und in den Tages-, namentlich Vormittags-Stunden sich steigern. Es ist eine allgemein übliche Annahme: in den Perioden des stärksten Tagesverbrauches das maximale Stundenquantum zum durchschnittlichen sich wie 7 : 4 bis 8 : 4 verhalten zu

lassen, während man für das Verhältnifs des minimalen zum durchschnittlichen Stundenquantum den Werth 1,3 : 4 bis 1,5 : 4 gelten läfst, oder was sich daraus ergibt, dafs der maximale Stundenconsum etwa das 5 bis 6 fache des minimalen ist, stets die Periode des maximalen Tagesconsums vorausgesetzt.

Im Allgemeinen ist ferner von Morgens 6 bis Abends 8 Uhr der wirkliche Stundenverbrauch ununterbrochen gröfser, als der durchschnittliche, während in der Zeit von 9 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens das Umgekehrte gilt. Der Mehrverbrauch der Tagesperiode ist gleich dem Minderverbrauch der Nachtperiode. Nach statistischen Erhebungen werden in mit Wasser versorgten Städten in der 14 stündigen Tagesperiode 80⁰/₀ des ganzen Tagesbedarfes verwendet; der stündliche Durchschnittsverbrauch ist 4,16⁰/₀ des Tagesverbrauches, so dafs der Mehr- oder Minder-Verbrauch $80\% - 14 \cdot 4,16\% = (80 - 58)\% = 10 \cdot 4,16\% - 20\% = (42 - 20)\% = 22\%$ oder etwa $\frac{1}{5}$ des ganzen Tagesverbrauches beträgt. Sollen also die Bezugsquelle oder die Pumpen regelmäfsig den stündlichen Durchschnittsbedarf liefern, so mufs nach den genannten Annahmen ein Reservoir von mindestens $\frac{1}{5}$ Tagesverbrauch Inhalt die täglichen Verbrauchschwankungen ausgleichen. Wenn in einzelnen Städten, wie Hamburg und Augsburg, diese Zahlen gar nicht zutreffend sind, so liegt dies in dem Modus der Wasserabgabe in Form eines continuirlich fließenden Strahles von bestimmter Ergiebigkeit. Der fehlende Reservoirinhalt wird dort durch Hausreservoirs ersetzt. Dieser Modus ist vom wirthschaftlichen Standpunkte aus

durchaus verwerflich. Die Wasserwerksverwaltung, die zum Ueberfluß in den genannten Städten noch die Gemeinde ist, wälzt die Nothwendigkeit eines einheitlichen Reservoirbaues dadurch ab, daß sie ihre einzelnen Bürger zwingt, denselben Reservoirraum in kleinen Individuen aus eigenen Mitteln herzustellen; und 1000 Reservoirs von je 1 cbm Inhalt kosten bekanntlich erheblich mehr an Anlage und Unterhaltung, als ein Reservoir von 1000 cbm Inhalt.

Es möge nun untersucht werden, wie sich die entsprechenden Verhältnisse in Riga gestalten, und dabei zunächst das dort effectiv stattgefundene Verhältniß zwischen durchschnittlichem und maximalem Tagesbedarf festgestellt werden. In Anbetracht der schon erwähnten Gleichheit des Jahresverbrauches in 1878/79 und 1881/82 möge erstgenannte Periode mit berücksichtigt werden. Es war im Jahre

	1878/79	1880/81	1881/82
Durchschnittl. Tagesverbrauch	9980	11060	10110 cbm
Maximaler Tagesverbrauch	13650	13250	13130 „
Verhältniß	1,37	1,20	1,30 „

Man erzieht aus dieser Zusammenstellung, daß der maximale Tagesverbrauch in den letzten Jahren nahezu constant geblieben ist, während das Verhältniß beider Verbräuche zwischen 1,20 und 1,37 schwankt. Im allgemeinen sind diese Verhältnißzahlen kleiner, als die in deutschen Wasserwerken in den letzten Jahren beobachteten, von denen einige hier folgen mögen: Elberfeld (1880): 1,68. — Magdeburg (1880): 1,58. — Düffeldorf (1879): 1,55. — Duisburg (1879): 1,53. — Köln

(1879): 1,48. — Breslau (1879): 1,43. — Dortmund (1879): 1,37. — Berlin (1878): 1,35. — Leipzig (1880): 1,34. — Dresden (1879): 1,33. —

Diese Angaben sind mir bekannte minimale. In ein und demselben Wasserwerke ist das Verhältniß beider Mengen großen Schwankungen unterworfen, die jedoch stets nach oben gerichtet sind, so daß sich z. B. in Dresden im Jahre 1876 ein Verhältniß gleich 2,17 ergab. Fast in allen Werken nimmt der genannte Werth mit der zunehmenden Anzahl der Betriebsjahre ab.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, daß in Riga der maximale Tagesconsum mit dem durchschnittlichen relativ geringe Verschiedenheit zeigt. Legt man den Werth von 1,30 als mittleren und sich den normalen Verhältnissen am meisten nähernden zu Grunde, so ergeben sich $III \cdot 1,3 = 144$ sl, welche durchschnittlich am Tage des Maximalconsums zu liefern sind.

Diese Zahl ist für die Beurtheilung der nothwendigen Ergiebigkeit einer neuen Bezugsquelle die maafsgebende und wird später benutzt werden.

Zur Beurtheilung der Größe eines etwa anzulegenden Reservoirs sind die Tabellen II, III und IV in Beilage A aus den Betriebsnotizen des Wasserwerkes zusammengestellt; sie geben die Vertheilung des Consums auf Tage, Stunden und Stundenfolgen, vorwiegend in Relativzahlen, für die Perioden des Tagesmaximums, Tagesmittels und Tagesminimums in den drei in Betracht gezogenen Betriebsjahren.

Tabelle II gibt in der Spalte I die jährlichen Stundenmittel, auf welche die täglichen Stundenmittel in

Spalte V und die Stunden-Maxima und -Minima in Spalte IV und VI bezogen sind. Um zu beurtheilen, ob die verschiedenen Stundenverbrauche nicht durch äußere ausnahmsweise Veranlassung, wie Rohrbrüche, Betriebsunterbrechungen und dergleichen, zu maximalen oder minimalen sich gestalten, sind stets die entsprechenden, ein Wochenintervall umfassenden Perioden in Betracht gezogen. Wie aus den Tabellen hervorgeht, haben die Maximal- und Minimal-Zahlen in diesen Perioden numerisch benachbarte Werthe; die ihnen zukommenden Werthe sind also als regelrechte Betriebs- und nicht als Ausnahms-Ergebnisse anzusehen.

Während im Jahre 1878/79 der absolute minimale Stundenverbrauch zum absoluten maximalen sich wie 59 : 163 verhält, wächst dieses Verhältniß im Jahre 1880/81 auf 60 : 142 und nimmt im letzten Betriebsjahre den kleinsten Werth 49 : 163 an. Diese zunehmende Differenz zwischen den beiden genannten Verbräuchen ist wohl theilweise auf die im letzten Jahre ausgeübte umfassende und eingehende Controlle zurückzuführen. Stellt man sich vor, daß Wasser nur ausschließlich zu wirklichen Nutzzwecken, ohne jede Verschwendung, verwerthet wird, und entspricht diesem Zustande ein gewisses dem obigen analoges Zahlenverhältniß, so wird durch jede fortlaufende, sich über die ganze Consumperiode vertheilende Wasserverschwendung diese Verhältnißzahl sich immer mehr dem Werthe Eins nähern.

Ebenso wie Tabelle II die betreffenden Werthe in Prozenten des jährlichen Stundenmittels gibt, enthält Tabelle III die entsprechenden Angaben bezogen auf

das tägliche Stundenmittel, nebst Bezeichnung derjenigen Stunden, in denen der stündliche Maximal- bzw. Minimal-Consum seinen Anfang nimmt. Die Eintrittszeiten sind sehr verschieden; sie schwanken in der Periode des maximalen Tagesquantums zwischen 8 Uhr Morgens und 8 Uhr Abends und fallen aus bekannten Gründen an den Donnerstagen und Samstagen in die späteren Nachmittags- bzw. Abend-Stunden.

Während man, wie oben erwähnt, in Deutschland das Verhältniß des maximalen zum durchschnittlichen Stundenconsum statistisch wie $7:4 = 1,75$ annimmt, ist zur Zeit des Tagesmaximums in Riga für die 3 Betriebsjahre in Tabelle III Spalte V und VII dieser Werth gleich $1,15 - 1,12 - 1,23$, als Mittel aus den jeweiligen Wochenperioden gerechnet und chronologisch geordnet. Ebenso ergibt sich analog die Verhältnißzahl: minimaler zum durchschnittlichen Stundenconsum als $0,76 - 0,81 - 0,61$. Durch Division beider Verhältnißzahlen erhält man das Werthverhältniß des maximalen zum minimalen Stundenconsum während der Periode des Tagesmaximums als bezw. $1,52 - 1,38 - 2,00$. Diese Werthe sind zwar noch sehr abweichend von den in anderen Städten beobachteten im Betrage von 5 bis 6, allein für das letzte Betriebsjahr zeigt sich auch hier wieder eine beträchtliche Zunahme.

Ich muß mich hier darauf beschränken, die genannten Verschiedenheiten einfach dargestellt zu haben, und wenn ich mir gestattet, einen einzelnen Grund dafür anzuführen, so ist dieser jedenfalls nicht der einzige. Die Verbrauchsverhältnisse müssen auch abgesehen von einer

wahrscheinlichen Wasserverfchwendung derart fein, daß hauptsächlich in ihnen selbst die Ursachen des Abweichens vom Herkömmlichen liegen.

In den besprochenen Tabellen II und III sind nur diskrete Werthe aufgeführt und besprochen; es erübrigt noch das fluctuirende Tagesquantum als Ergebnifs einer Stundenfolge in eine vergleichende Betrachtung zu ziehen.

Zu diesem Zwecke wurde Tabelle IV zusammengestellt; chronologisch umfaßt sie dieselben Perioden, wie die besprochenen Tabellen. Wie sich nach ihrer Durchrechnung ergab, sind es für den zu erreichenden Zweck hier nur die Perioden des Tagesmaximums, welche in's Gewicht fallen.

Spalte V, Va und Vb wurde in der Weise berechnet, daß für jeden in Betracht gezogenen einzelnen Betriebs-tag auf Grund der Betriebsbücher die mittlere Hubzahl aus den während dieses Tages stattgefundenen effectiven berechnet wurde; von derjenigen Stunde ab, innerhalb welcher die Anzahl der effectiven Hübe der mittleren gleich war oder sie überschritt, wurde fortlaufend die zugehörige Differenz genommen, diese Differenzen so lange addirt, bis diejenige Stunde eintrat, in welcher die effective Hubzahl gleich oder kleiner als die mittlere wurde, und endlich die Summe der Hubzahldifferenzen in geförderttes Quantum umgerechnet. Das so zur Berechnung gezogene Zeitintervall ist in Tabelle IV Spalte VIII, VIIIa und VIIIb als Zeitdauer der Fluctuation bezeichnet; sie beginnt während der berechneten Periode stets nach 6 Uhr Morgens, dem Beginn des Betriebstages,

und bildet ein ununterbrochenes Zeitintervall, dergestalt das Stunden von gröfserem Verbrauch als der durchschnittliche nur einmal mit solchen von kleinerem abwechseln bzw. umgekehrt. Auf Blatt I ist das betreffende Tagesdiagramm für die Tage des 9. und 15. Mai 1882 dargestellt, und diese so gewählt, das das stündliche Maximum sowohl je in die frühen Morgen- als späten Nachmittags-Stunden fällt. Der Summe der oben erwähnten Differenzen entspricht derjenige Theil der Diagrammfläche, welcher über der Linie des dem zugehörigen Tage entsprechenden mittleren Stundenverbrauches liegt. Würden also an den betrachteten Tagen die Maschinen vollständig gleichmäfsig gearbeitet haben, so hätte zum Ausgleich der täglichen Verbrauchschwankungen ein Reservoir vorhanden sein müssen, vom Inhalte, gleich der Summe der erwähnten Differenzen bzw. der über der mittleren Stundenverbrauchslinie liegenden Diagrammfläche.

In keinem der betrachteten Jahre fällt der Tag des Maximums des fluctuirenden Quantums mit demjenigen des maximalen Stundenmittels zusammen. Würde man denselben stündlichen Verbrauchsgang, welcher zum Maximum des fluctuirenden Quantums gehört, übertragen auf den Tag des maximalen täglichen Stundenmittels, so würde die Gröfse des fluctuirenden Quantums sich noch steigern. Faßt man beispielsweise das letzte Betriebsjahr in's Auge, so beträgt das direct bestimmte fluctuirende Quantum vom 11. Mai 1882: 1449 cbm oder 281⁰/₀ des täglichen Stundenmittels, welches an diesem Tage 516 cbm betrug. Das maximale Stundenmittel

trat ein am 15. Mai mit 547 cbm, und 281⁰/₀ von diesem sind 1537 cbm. Wie man sieht, weichen beide Zahlen wenig von einander ab, und man kann behaupten, daß ein Reservoir von 1500 cbm Inhalt für den bis jetzt stattgefundenen Betrieb hingereicht hätte, die Verbrauchschwankungen auszugleichen und einen gleichmäßigen Betrieb der Maschinen zu ermöglichen. Der größte Tagesconsum in 1881/82 war am 15. Mai mit 13130 cbm und es beträgt somit das fluctuirende Quantum nur rund 12⁰/₀ des maximalen Tagesbedarfes, gegenüber 22⁰/₀ gewöhnlicher Annahme.

Aus diesen Auseinandersetzungen geht hervor, daß auf Grundlage des durchschnittlichen Tagesverbrauches alle für eine Reorganisation des Wasserwerkes maassgebenden discreten Werthe, wie maximaler Tages- und Stunden-Verbrauch, sowie fluctuirendes Tagesquantum sich ganz erheblich niedriger stellen, als man anderswo beobachtet hat und anzunehmen pflegt.

Es ist nun wohl vorauszusetzen, daß durch fortgesetzte Ueberwachung des Verbrauches die Werthe der relativen Zahlen sich erhöhen werden; weil jedoch durch dieselbe Ursache sich der durchschnittliche Verbrauch erniedrigen wird, so wird die Aenderung der den relativen Zahlen zukommenden absoluten Werthe keine bedeutende sein. Abgesehen ist hierbei von der allgemeinen Steigerung durch Bevölkerungszunahme, erhöhtes Bedürfnis und dergleichen.

Zu bemerken ist noch, daß vielleicht die vorstehend entwickelten Zahlen der Tabelle IV durch die Wirkung des bei der Filialgasanstalt sich befindenden Hochrefer-

voirs eine kleine Aenderung erfahren können; es war mir jedoch unmöglich, diese in Zahlen auszuwerthen.

Es ist auf Grund der erfolgten Darlegungen nun schwer, die Wassermenge zu bestimmen, welche eine neue Bezugsquelle liefern soll. Ueber das muthmaassliche Wachsthum der Bevölkerung lassen sich keine einigermaassen zuverlässige Wahrscheinlichkeitsrechnungen anstellen, der jetzt effectiv stattfindende Consum zeigt einen Rückgang gegen die Vorjahre und die aus ihm sich ergebenden Relativzahlen eine Aenderung gegen die bis dahin beobachteten. Angesichts dieser Störungen des bisherigen Verlaufes, die sich in der Folge noch gleichsinnig fortsetzen können, ist jede Rechnung für die Zukunft ein Spiel mit müßigen Hypothesen und an ihre Stelle muß eine practische, sich auf Erfahrung und Analogie stützende Annahme treten. Ich bin der Meinung, daß eine Erhöhung der Leistung des Werkes um 60 bis 66^o/_o der im letzten Betriebsjahre beobachteten, also eine Lieferung von 230 bis 240 sl, eine technisch und finanziell angemessene ist. Ueber die Gröfse und Lage eines zu erbauenden Reservoirs wird später unter Benützung der soeben entwickelten Zahlen und unter Entwicklung constructiver Gründe im Abschnitt: Gewinnungs- und Verforgungs-Methoden, die Rede sein.

Es möge zur Beurtheilung der motorischen Leistung der vorhandenen Dampfmaschinen und des Gütegrades der Pumpen noch die Arbeit angeführt werden, welche in den beiden letzten Betriebsjahren mit einem Kilogramm Brennmaterial erzeugt wurde.

1 kg Brennmaterial bestand im Jahre 1880/81 aus

70⁰/₀ Coks und 30⁰/₀ Kohle und es erzeugte 116000 kgm, während im Jahre 1881/82 das Mischungsverhältnifs 62⁰/₀ Koks auf 38⁰/₀ Kohle war, und 103000 kgm erzeugt wurden. Diese Ergebnisse sind im Vergleich mit denen von Werken, deren Betriebsergebnisse veröffentlicht wurden, gute zu nennen. Leider ist in den betreffenden Publikationen nur höchst selten angegeben, wie viel die Einheit des Brennmaterials Dampf erzeugt, und somit ist eine directe Vergleichung unmöglich. Nichtsdestoweniger mögen einige Städte angeführt werden, deren geographische Lage einen Rückschluss auf die Güte der verwendeten Kohlen gestattet. Es wurden im Jahresmaximum erzeugt mit 1 kg Kohle in Breslau: 106100, Dortmund: 115300, Duisburg: 124200, Düsseldorf: 137000 bzw. 105000, Elberfeld: 119000, Leipzig: 102400 kgm. Diese Leistungen werden von neueren Anlagen weit überholt, so erzeugt z. B. Darmstadt mit 1 kg Nufskohle von der Zeche Vollmond 234000 kgm und die neuen Maschinen in Stuttgart, allerdings nur auf Grund eines 10 stündigen Versuches, 298000 kgm.

Wenn derartige Leistungen dauernd zu halten sind, dann bedarf es nur einer einfachen Rechnung, um zu entscheiden, ob die vorhandenen Kessel und Motoren beizubehalten oder durch vorzüglichere zu ersetzen sind.

Filtration des Wassers.

Die Gründe, welche eine Autbesserung der Beschaffenheit des bis jetzt gelieferten Wassers nothwendig machen, sind allgemein zu bekannt, um hier noch eine nähere Besprechung und Auseinandersetzung zu erfahren; sie waren die Veranlassung dazu, schon vor einigen Jahren in der unmittelbaren Nachbarschaft des bestehenden Wasserwerks Bohrversuche anzustellen in der Voraussetzung, dort in hinreichender Quantität Wasser zu finden, welches nicht allein den gewerblichen, sondern vor allen Dingen auch sanitären Ansprüchen genügt.

Die Anzahl derjenigen Werke, welche unfiltrirtes Flufswasser zur Vertheilung bringen, ist eine kaum nennenswerthe mehr; mir ist als solches in Deutschland nur Hamburg bekannt, und auch hier steht ein Wechsel im Sinne einer anzuwendenden centralen Sandfiltration in naher Aussicht. Wenn Städte, wie Genf und Chicago, ihren Bedarf aus Seen entnehmen und nicht filtriren, so hat eben die Natur in diesen Fällen die entsprechende Arbeit bereits verrichtet.

Es läge nun nahe, die genannte Methode der Wasserverbesserung auch in Riga einzuführen, als die einfachste und am schnellsten zum Ziele führende.

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 dafür 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. Früher zur Zeit der Erbauung der älteren Werke wurden noch nicht die Unterschiede und Ansprüche gemacht, wie es gegenwärtig der Fall ist, und dem entsprechend war auch die Deckung des Bedürfnisses.

Die Kosten der Filtrationsanlagen würden sich auf ca. 50 Rubel per qm bedeckte Filterfläche belaufen. Das oben festgestellte Quantum von 230 bis 240 sl entspricht einer Tagesleistung von 20000 cbm. In Anbetracht der in der Düna auftretenden Wasserblüthe, wird man analog den verwandten Verhältnissen des Berliner Wasserwerkes an der Spree und etwa conform mit dem Ingenieurbericht über Wasserfiltration für Hamburg die Filtergeschwindigkeit nicht höher steigern dürfen, als dass einem qm Filterfläche 1,5 cbm Filterquantum per Tag zukommt; es werden somit einschliesslich 12⁰/₀ Reserve 15000 qm Filterfläche nothwendig werden, deren Baukosten sich auf 750000 Rbl belaufen würden. Dass diese Summe keineswegs zu hoch gegriffen ist, geht aus einigen neueren Angaben über Filtrirprojecte hervor; so wurden in Hamburg und in

Berlin der qm Filterfläche je mit Mark 90, in Leipzig mit Mark 170 veranschlagt, wobei am erstgenannten Orte unbedeckte Filter vorausgesetzt sind. Hierzu treten noch die Kosten für Ablagerungsbassin, Reinwasserbassin, maschinelle Anlage der Motoren und Pumpen für Schöpfen des Wassers und Grunderwerb.

Die Betriebsausgaben würden sich bei der bekannten Beschaffenheit des Flußwassers etwa mit 0,5 Rbl per 1000 cbm herausstellen, und da im Durchschnitt 15000 cbm per Tag zu filtriren wären, so ergäben sich Rbl 2740 jährlicher Betriebskosten, oder mit 4⁰/₁₀₀ capitalirt ein Betriebscapital von rund 68000 Rbl.

Die braune Färbung des rohen Wassers ist, beiläufig bemerkt, selbst durch die sorgfältigste Filtration nicht ganz zu entfernen; mit Erfolg hat man in holländischen Städten nur durch einen Zusatz von Alaun die beabsichtigte Wirkung erzielt.

Vorstehende Auseinandersetzungen haben lediglich den Zweck, darzuthun, 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 gerechtfertigter Beschluß war: auf dem Wege der systematischen hydrologischen Untersuchung Kenntniß von neuen Bezugsorten zu erlangen, deren Entfernung von der Stadt noch innerhalb practisch brauchbarer Grenzen liegt. Wie sehr man ge-

genwärtig gewöhnt ist, diese Grenzen weit zu stecken, möge folgende Zusammenstellung zeigen, welche die Länge der Zuleitung einiger Städte in km angibt:

Paris (Dhuisleitung): 134, Wien: 100, Frankfurt: 77, München: 38, Elberfeld: 25, Erfurt: 21, Danzig: 17, Leipzig (Project): 16, Vevey: 10.

Von den genannten Städten haben Elberfeld und Leipzig Hebung des Wassers mittelst Dampf, die anderen freien Zufluss vom Bezugsorte. Mit den Maassnahmen dieser und noch vieler anderen nicht genannten Städte steht eine ausgesprochene Meinung Pettenkofers in vollem Einklange: »Ein gutes erfrischendes Glas Wasser, was dem Aermsten und Reichsten gleich zugänglich ist, hat für einen Ort mindestens denselben hygienischen Werth, wie ein gutes Glas Bier und ein gutes Glas Wein, wenn auch der Preis sehr verschieden ist. Keine Stadt wird es je bereuen, wenn sie auch mit grossen Kosten reine Quellen von weither in ihre Mauern leitet.«

Hydrologische Untersuchung der Umgebung von Riga.

Wenn es sich, wie im vorliegenden Falle, um die Gewinnung von Quantitäten wie 20000 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 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 practischen Zwecke, der eine relativ begrenzte Ortsbestimmung verlangt, wenig gedient.

Die praktischen Beispiele, in denen es gelang, aus älteren als quartären Formationen auf dem Wege der Bohrung große Wassermengen zu gewinnen, sind in ihrer Anzahl gering. Eines der bekanntesten Beispiele sind die Bohrungen von Passy und Grenelle; dort waren die Vorbedingungen für den Erfolg in der denkbar günstigsten Weise durch die regelmäßige geologische Bildung des Pariser Beckens, wie selten an einem anderen Platze, erfüllt. Die Bohrungen erreichten eine Tiefe von 586 bzw. 548 m unter Terrain; ihre Ergiebigkeit war im Anfange ihrer gleichzeitigen Beanspruchung 289,3 bzw. 9.6 sl, die in 37 Tagen auf 194 bzw. 7 sl zurückging. Diese Zahlen lehren schlagend, wie verschieden innerhalb eines relativ eng begrenzten Terrains, bei einer gegenseitigen Entfernung der Brunnen von ca. 2 km, die Ergebnisse von Tiefbohrungen sein können, und wie wenig man berechtigt ist, unter solchen Umständen von einem Erfolge auf einen zweiten zu schließen. Die unter sich verschiedenen Durchmesser beider Bohrungen waren auf deren Ergiebigkeit ohne Einfluss.

Aehnliche Erfahrungen sind in Nürnberg und Erlangen gemacht worden. Die größte Anzahl von Misserfolgen wird öffentlich nicht bekannt. Die Statistik bestehender Wasserwerke weist meines Wissens nur zwei Städte von einiger Bedeutung auf, welche ihren Wasserbedarf voll und ganz auf dem Wege der Anbohrung älterer Formationen gewonnen haben: Aachen und Wiesbaden. Hier sind es jedoch nicht Bohrungen im Sinne von oben nach unten, sondern Stollen von 2450 bzw. 900 m Länge, welche also das Gebirge in einer

großen Längenentwicklung anschnneiden, und eben durch diese Entwicklung die Wahrscheinlichkeit des Erfolges für sich haben, bezw. gehabt haben; allein auch in diesen Fällen ist die günstige hydrologische Beschaffenheit der angechnnittenen Gebirge die unumgängliche Vorbedingung dafür.

In Aachen war der Wintererguß ca. 8000 cbm, in Wiesbaden schwankte er im Durchschnitt zwischen 2180 und 8148 cbm.

Die vereinzeltten Fälle, in denen man Schächte, deren Anlagezweck ein montan-industrieller war, später als Wasserauffchlusmittel benutzte, sind nicht hieher zu rechnen. Ich muß hervorheben, daß das Vorhandensein großer unterirdischer Ströme in älteren als quartären Formationen gar nicht anzuzweifeln ist, denn davon legen mächtige zu Tage tretende Quellen ein unwiderlegliches Zeugnis ab, ich will nur gesagt haben, daß die Aufindung und Erschließung ein Vorgehen ist, welches kaum etwas von Methodik und Systematik in sich schließt. Die Montanindustrie, welche das Wasser nicht sucht, unterstützt durch die in ihrer Ausübung gemachten Erfahrungen diese Behauptung wohl hinlänglich.

Ein weiterer, später noch speciell zu besprechender Einwand gegen diese Art der Wassergewinnung ist die neben der quantitativen Unkenntnis bestehende qualitative. Von welcher Beschaffenheit ein in einigen hundert Metern Tiefe erst zu erbohrendes oder durch lange Stollen zu gewinnendes Wasser sein wird, ist fast ausnahmslos ungewiß und daran ändert ein in einzelnen Fällen eingetretener Erfolg nicht das Mindeste.

Für den wasserfuchenden Hydrologen find 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 ficheren Schlufs 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 gibt sedentäre, glaciale, fluviale und volatile Ablagerungen, je nach dem 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 Rückschlufs 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 feinem Studium sehr dienlichen Weise. Nur im Diluvium glacialen Characters zeigen sich einige Complicationen und im Zusammenhange damit erleiden auch die hydrologischen Erscheinungen eine bedeutende Einbusse an Gleichmässigkeit und Erkennbarkeit. Das dankbarste Untersuchungsfeld bildet stets die fluviale Ablagerung, deren Elemente eine gewisse Korngröfse nicht unterschreiten.

Das Wasser als flüssiger Körper bedarf zu feinem

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 Auffuchen 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 Düna oberhalb des Wasserwerks zu Tage und sind etwas landeinwärts oberhalb der Stanzia durch den Steinbruch aufgedeckt. Das Gleiche ist der Fall östlich von Stubbenfee, ferner am linken Dünaufer auf der Sohle eines verlassenen Dünaarmes 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 Stubbenfee über die Stanzia 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 Düna-

ufer zahlreiche Auftreten der den Geschiebelehm stets begleitenden Findlinge und die auf dieser Flussseite geringe Ausdehnung des möglicher Weise noch günstigen Terrains noch 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 Gebietes.

a) Die Seen an der Petersburger Chaussee.

Wie bekannt liegen in nordöstlicher Richtung von Riga eine grosse Anzahl von Seen, von denen nur die beiden grössten und zwar zusammenhängenden, der Jeegel- und Stint-See von sichtbaren Strömen, dem grossen und kleinen Jeegel, 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 daselbe, als er mit Ausnahme des unmittelbar aus dem kleinen See fließenden Speisewassers keine sichtbaren Zuflüsse von irgend wie bedeutender Längenentwicklung empfängt, während sein Ausfluss in den Jeegel zwischen Jeegel- und Stint-See 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 Blatt I hervorgeht, und deren Tiefe im großen See 7,3 m, im kleinen 10,3 m beträgt, bei einer Wasserspiegelsote 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 $19,8^{\circ}\text{C}$, bei 5,0 m Tiefe $16,5^{\circ}$ und bei 7,2 m Tiefe $16,4^{\circ}\text{C}$; am 31. August wurde gefunden: Oberflächentemperatur $17,0^{\circ}$ und bei 4,0 m Tiefe $16,9^{\circ}\text{C}$. Am 8. Juni wurde im kleinen weißen See gemessen: Oberflächentemperatur $18,5^{\circ}$ und an der tiefsten Stelle, in 10,5 m Tiefe, $16,0^{\circ}\text{C}$.

Im Vergleich mit dem Temperaturgang anderer Seen und in Anbetracht der Jahreszeit zeigen die ge-

nannten 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 chemische Constitution der Seewässer ist in Beilage C näher angegeben; an dieser Stelle möge nur zum allgemeinen Ueberblick angeführt sein:

	Abdampf- rückstand.	Chlor.	Schwefel- säure.	Organische Subst. gleich dem 20fach Sauerstoff-Be- darf.	
Großser weißer See	114	30	8	22	} Liter- milli- gramm.
Kleiner weißer See	92	13	2	26	

Salpetersäure, Salpetrige Säure und Ammoniak fehlten gänzlich.

Die Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers sind außerordentlich wechselnd; im Frühjahr und Herbst hat die Farbe einen leichten Stich in's 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.

Die Umstände gestatteten wohl eine genaue Messung des aus dem kleinen in den großen See fließenden Quantum, eine solche der Ergiebigkeit des großen Sees war jedoch nicht möglich.

In den Verbindungsgraben beider Seen wurde ein hölzernes Gerinne eingebaut, welches bei einer nutzbaren Länge von 15 m eine Breite von 3 m hatte. Die Geschwindigkeitsmessung des das Gerinne durchströmenden Wassers erfolgte mittelst Schwimmers unter den bekannten Vorichtsmaafsregeln und Bedingungen. Als Messungstage wurden solche ausgesucht, an denen der Einfluß von Wind oder Sturm ein möglichst geringer bezw. zu vernachlässigender war, wie überhaupt durch sorgfältige Messungen festgestellt wurde, daß durch den Einbau der Rinne der natürliche Zustand keine den Erguß beeinflussende Veränderung erlitten hatte.

Am 30. Juli, 27. August und 7. October betrug die Abflußmenge des kleinen Sees: bezw. 155 — 185 — 200 sl. Der Abfluß des großen Sees treibt in Belenhof 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 Flußterrassen kennzeichnen noch heute mit unwiderleglicher Gewißheit die früheren Lagen seines Bettes und zahlreiche Einschnitte und Altwässer in dem jetzt im Uebrigen trockenen Flußthale die Richtungen und den Verlauf seiner Strömung. Noch jetzt, October 1882, liegt der Flußspiegel, 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

weisen 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-, Sektsche- und Langfing-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 $21,3^{\circ}$ C, bei 7,0 m Tiefe $13,7^{\circ}$ und in 11,0 m Tiefe $10,4^{\circ}$ C.

Der See ist demnach von den weisen 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 weisen Seen ganz verschiedener. Während in 10,5 m Tiefe im kleinen weisen See $16,0^{\circ}$ C gemessen wurden, ergaben sich in 11,0 m Tiefe im Sallessee $10,4^{\circ}$ C. Die Beobachtungszeiten waren so nahe benachbart,

dafs ihre zeitliche Differenz namentlich in Anbetracht der grofsen Tiefe unerheblich ist. Der Temperaturgang des Sallesfees kann im Gegensatz zu dem der weifsen Seen als ein ungestörter angesehen werden.

Der Sekfchensee ist im Maximum 7,3 m tief für Ende Oktober 1882, die Schönheit seines Wassers steht etwa in der Mitte zwischen dem des Sallesfees und der weifsen 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 Sallesfees, wofür die oben erwähnten Ursachen als gemeinschaftlich mit dem Sallessee gelten.

Eine am 22. Juni vorgenommene Temperaturmessung ergab: Oberflächentemperatur 20,0° C, bei 6,5 m Tiefe 14,6° und in 7,5 m Tiefe 13,8° C.

Der Langfingsee ist im Maximum 6,8 m tief für Ende October 1882; sein Wasser steht an Farbe und Klarheit demjenigen der weifsen Seen gleich. Eine am 29. Juni vorgenommene Temperaturbestimmung ergab: Oberflächentemperatur 20,3° C und bei 7,0 m Tiefe 16,2° C.

Die chemische Constitution der Wässer des Salles- und Langfing-Sees ist in Beilage C näher angegeben; zur allgemeinen Orientirung möge folgende auszügliche Zusammenstellung dienen:

	Abdampf- rückstand.	Chlor.	Schwefel- säure.	Organische Subst. gleich dem zofäch. Sauerstoff-Be- darf.	} Liter- milli- gramm.
Sallessee	60	13	3,4	58	
Langfingsee	26	11	Spur	94	

Salpeterfäure, Salpetrige Säure und Ammoniak fehlten gänzlich.

Neben den genannten Seen gibt es noch eine große Anzahl anderer, welche wie die Wendische-, der Ottern-, Inge- und die Makke-Seen von ohngefähr gleicher Größe wie Salles- und Langfing-See sind; ihre Lage gibt Blatt I. 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 fogar 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 Maas nie zurück. Die fortdauernde Existenz namentlich der fortwährend Wasser abgebenden weissen Seen ist nur denkbar unter der Annahme einer fortdauernden Versorgung, und da eine solche sich nicht in sichtbarer Weise vollzieht, so muß dies in einer der directen Beob-

achtung sich entziehenden Form stattfinden, d. h. die Seen werden durch unterirdisch dauernd zufließendes Wasser existenzfähig erhalten.

Daselbe Argument gilt, wenn auch nicht mit demselben Gewicht, für die abflufslosen Seen. Wenn auch für sie die Regenmenge, welche sie empfangen, ebenso wenig feststeht, als die Verdampfungsmenge, welche sie abgeben, so müßten, selbst wenn beide Mengen je summarisch denselben Werth hätten, sich in den Spiegelhöhen Schwankungen von bedeutender Gröfse zeigen. Dafs dies nicht der Fall sein kann, zeigt die scharf conturirte 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 muthmaafsliche Verdunstung dieses Maafs weit übertroffen haben müßte; daselbe gilt von Sekschesee, welcher in der genannten Periode um 0,22 m fiel. Ein allgemeines Sinken des Grundwasserstandes fand gleichzeitig, wenigstens beobachtetermaafsen in den letzten zwei Monaten der genannten Periode, statt.

Der Stand der Seespiegel wird nun aber keineswegs vom Stande des Grundwasserflomes, in welchen sie eingebettet sind, ausschliesslich bedingt; Regenmenge und Verdunstung sind dafür nicht minder maafsgebend. Nach grofsen 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 umgeben-

den Grundwasserspiegel senkt, aus dem Untergrunde Wasser in den See eintreten. Im Allgemeinen und im Beharrungszustande erhalten die kleineren, abflusslosen Seen Grundwasser 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.

1. 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 differenter 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 Beobachtungsobjekt; es wurde nur nothdürftig und bedingungsweise durch die Spiegel der vorhandenen Seen ersetzt, deren Coten nivellitisch 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 Jeegelmündung in den Jeegelsee bis zum Ingesee in einer Breite von etwa 10 Werst. Aufser den zweifelhaften oder vielmehr nicht ganz exact dem Grundwasser-

spiegel entsprechenden Seespiegeln wurde durch 21 Bohrungen an ausgewählten Plätzen in zweifelloser Weise der Grundwasserspiegel aufgedeckt, nivellitisch bestimmt und einer fortlaufenden Messung unterworfen.

Verbindet man auf einer Karte, welche die Ortsangaben der Wasserspiegel enthält, sämtliche Spiegel von gleicher Höhe über einem angenommenen, gemeinschaftlichen Horizonte durch eine continuirliche, den Verhältnissen sich anpassende Curve, so erhält man die Horizontalcurve, 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 Umgebungen der Seen construirt und auf Blatt I 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

mufs. Für die weissen Seen ist die Art ihrer Ver-
forgung durch die Lage der Grundwasserhorizontalen
nun auch in anderer Weise festgestellt und klargelegt, dafs
sich die Grundwässer convergirend nach den weissen Seen
hinbewegen, mit Ausnahme des südwestlichen Ufers, an
welchem eine Strömung nach dem Jeegel und mit aller
Wahrscheinlichkeit auch Wasserabgabe aus dem See in
den Untergrund stattfindet.

Aehnliches gilt für den Jeegel- und Stint-See.

Der höchste in näheren Betracht gezogene Wasser-
spiegel ist derjenige des Langfingsees; er liegt rund
4,3 bzw. 6,2 m höher als der Spiegel der weissen Seen
und des Jeegelsees, und es beträgt das Gefälle des
Grundwasserspiegels nach diesen Seen hin 2,3 bzw. 1,8⁰/₁₀₀.

Diese Gefälle sind relativ recht bedeutend und ge-
hören zu den maximalen der bis jetzt von mir gemef-
senen. Dasselbe gilt von den Grundwasserströmen, die
in südwest-nordöstlicher Richtung dem Jeegelsee zufliefsen.
Bedeutend geringer sind die Gefälle der Grundwasser-
lagen nordwestlich der weissen Seen und eine fast see-
artige aus Mangel an exacten Coten nicht weiter karto-
graphisch behandelte Verflachung scheint sich in dem
Terrain nördlich des kleinen weissen Sees bis zur liv-
ländischen Aa hin zu entwickeln; dort finden die sicht-
baren Seen ein Analogon in der Erscheinungsform des
Grundwasserspiegels.

Neben der Aufdeckung der Grundwasserspiegel
dienten die Bohrungen zur Bestimmung des Durchflufs-
profils und zwar zunächst zur Feststellung von dessen
Tiefe. Es können die Gefällsverhältnisse noch so günstig

liegen, sie bleiben ohne practische Bedeutung, solange 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 Wasserreichtum 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 Ergebnis 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

*) Die graphische Darstellung wurde nicht vervielfältigt.

noch zu erörternde Beobachtungen notirt. Die Schichtenproben sind in Blechbüchsen gefasst und entsprechend bezeichnet vorläufig im dortigen Polytechnikum niedergelegt.

Es war weniger Zweck der Bohrungen, an jeder Stelle den wasserdichten Untergrund aufzudecken, als vielmehr festzustellen, dafs an keiner Stelle die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht eine practisch erforderliche Gröfse unterschritt. Aus diesem Grunde bewegt sich die Tiefe der weitaus gröfsten Anzahl von 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 infelartig häufig mehr oder minder wasserlose aus Letten und gebundenen Sanden bestehende Schichtenbänder eingelagert. Solange der petrographische Charakter derselben den fluviatilen Ursprung zweifellos erkennen liefs, war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, bei fortgesetzter Bohrung wieder auf's Neue wasserführende Schichten zu erschliessen. Erst dann, wenn der fluviatile Charakter in den glacialen übergeht, ist die Wahrscheinlichkeit 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 glacialem und fluviatilem Diluvium bestimmt.

Es ist damit nicht ausgesprochen, 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 Jeegel- und Stint-Sees durch ein stark coupirtes Terrain ersetzt. Es finden sich neben der Entwicklung von Höhenzügen, meistens in nord-südlicher Richtung, auch mulden- und dolinenartige Einenkungen ausgebildet. Der Uebergang von fast vollständiger Horizontalität zur durchschnittenen Gestaltung tritt sehr klar auf dem Wege von der Stadt zum Jegelsee in die Erscheinung.

Nach Analogie jetzt noch sichtbarer Vorgänge, wie im Eisenbahneinschnitte 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 unterfuchten 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 Maafs vollauf genügen, das Versuchsfeld als ein gutes und Erfolg gewährleistendes zu charakterisiren.

An Stelle des benetzten Umfangs 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 practisch brauchbar beantwortet. Materialproben von annähernd gleicher

Korngröfse find im Allgemeinen denjenigen von wechfelnder Korngröfse weitaus vorzuziehen, wie die Erfahrung und Ueberlegung lehrt.

Denkt man fich einen hinreichend grofsen Raum mit unter fich gleichen Kugeln gefüllt, fo betragen je nach dem Lagerungsfyftem die zwischen den Kugeln befindlichen Hohlräume — das Porenvolumen — 48—40 oder 26⁰/₀ des ganzen Raumes, gleichgültig wie grofs der Durchmesser der einzelnen Kugel ift.

Daffelbe gilt annähernd für Sande und Gerölle, die unter fich von nahezu gleicher Gröfse find, und in ihrer Gefammtheit eine Ablagerung bilden. Ganz bedeutend wird die letzte Procentangabe unterfchritten, wenn die Korngröfse wechfelt und dadurch in die Hohlräume zwischen den groben Körnern, die fonft bei gleichmäfsiger Korngröfse erhalten geblieben wären, fich kleinere Körner einfchieben.

Der günftigfte Bohrbefund bleibt ftets: möglichft grofses Korn und Gleichheit der einzelnen Elemente. Denkt man fich durch einen Grundwasserftrom ein Querprofil gelegt, fo werden durch dieses die Durchgangsflächen im Schnitt gebildet, und deren Summe ift, *ceteris paribus*, constant, wenn die Elemente der Ablagerung unter fich gleich find. Wächft jedoch die Gröfse der ftets unter fich gleichen Elemente, fo verkleinert fich bei conftanter Durchgangsfläche der benetzte Umfang und dadurch ift, wenn fonft Alles un geändert bleibt, ein Wachsthum der Ergiebigkeit bedingt, ganz nach Analogie eines fichtbar fliefsenden Gewäffers.

Sonft geftatten das Porenvolumen bezw. die Poren-

fläche, selbst wenn sie quantitativ bekannt wären, keinen Rückschluss auf die Durchlässigkeit; für deren Bestimmung muss experimentell verfahren werden.

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

Der Durchmesser der Bohrungen betrug 200 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 zweiftiefeligen 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.

Beilage B enthält die Angabe der bei jeder einzelnen Bohrung gemachten Beobachtungen, nebst Anführung

der begleitenden Umstände. Der Uebersicht wegen möge aus den dort enthaltenen Specialangaben ein Auszug folgen mit Angabe der Lieferung, welche der unter den obwaltenden Verhältnissen möglichen maximalen Abfenkung 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 Abfenkungen die Ergiebigkeiten proportional der Abfenkung sind. Bildet man also den Quotienten aus Ergiebigkeit durch entsprechende Abfenkung, so erhält man als Vergleichswerth zwischen den einzelnen Bohrungen die spezifische Ergiebigkeit, also diejenige Literzahl, welche nahezu einem Abfenkungsmeter zukommt.

Bohrungs- nummer.	Ergiebigkeit. sl	Depression. m	Spec. Ergiebigkeit. 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

Bohrungs- nummer.	Ergiebigkeit.	Depression.	Spec. Ergiebigkeit.
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 Jeegelsee 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 zu kommen. Die mittlere Ergiebigkeit der zweiten Gruppe ist somit etwa nur ein Drittel derjenigen der ersten. Dieses Ergebnifs würde sich durch Zuziehung der Bohrungen 15 und 16 noch erniedrigen; wenn auch diese Bohrungen nicht bewlrthschaflet wurden, so ergab schon der Befund der Schichtenfolgen ein Resultat ähnlich demjenigen der Bohrungen 17 und 18. Ferner war der chemische Befund derart, dafs eine Benützung 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 unterfucht. Das Ergebnifs enthält Beilage B Seite 89. Einer künstlichen Depreffion von 2,7 und 1,9 m im Bohrloch entsprach in 5 m Entfernung eine folche von 0,035 bzw. 0,040 m, und in 10 m Entfernung flromabwärts war die Wirkung der künstlichen Entnahme fo unbedeutend, dafs sie dem mit natürlicher Gefchwindigkeit vorbeiziehenden Grundwasser eine Gefällsrichtung nach dem Bohrloch hin nicht mehr zu ertheilen vermochte, wie die Wasserspiegelnoten b_{10} und c_{15} darthun.

So vielversprechend nun auch diese Ergebnisse waren, fo fanden sie leider in den Bohrungen 15—16—17 und 18 dieser Gruppe keine Wiederholung, und dadurch characterifirt sich das Verhalten von Bohrung 14 nicht als Allgemeinverhalten, sondern als ein durch nicht bestimm- bare Umstände hervorgerufenes Einzelverhalten, dem jede inductive Brauchbarkeit abgeht. Von der unbefriedigen- den Qualität wird später noch die Rede fein. Der Um- stand, dafs Bohrung 14 aus der Ebene nordöstlich vom Wasserwerk fein Speisewasser erhält, vermag an diesen Ausführungen nichts zu ändern.

In ähnlicher Weise wurde die Einwirkung der künst- lichen Entnahme auf die Umgebung in Bohrung 9 und 18 bestimmt und gleich günstige Resultate gefunden, wenn auch hier der Unterschied zwischen den specifischen Ergiebigkeiten der beiden Gruppen ebenfalls sich scharf

bemerklich machte. Das Nähere geht aus Beilage B Seite 84 und 93 hervor.

Diese Untersuchungen bilden den Schluss der Feststellung der drei Gröfsen: Gefälle, Durchflufsprofil 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 practischen Maafsstabes, für dessen Zuverlässigkeit die Ergebnisse der Versuchsbrunnen oder der definitiven Ausführung den Beweis lieferten, kann ich die Gegend nordöstlich vom Jeegelfee 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 Geogenese 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 gibt die Ergebnisse:

Geschiebelehm von:	Verlust durch Salzsäure %	Abgeschlämmte 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 fluvialem Wege mit den Erosionsproducten der unterdevonischen Formation, 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

Gefchiebelehm nicht gelten, so ändert sich in der Betrachtung nur die Art derjenigen Kraft, welche die Auskolkung erzeugte. Gehört nämlich der tiefer liegende Gefchiebelehm einer älteren Epoche an, so würde er irgendwo vom jüngeren Gefchiebelehm überlagert sein. Diese Erscheinung fand sich in keiner Bohrung, mithin müßte Letzterer und zwar lediglich auf fluvialem Wege aufgearbeitet worden sein.

Es geht aus diesen Betrachtungen ohne Weiteres hervor, daß der quantitative Erfolg einer zukünftigen 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, 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 bzw. geringe Abdampfrückstände bedingt, und es war voraus zu sehen, 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 wirthschaftliche Beschaffen-

heit 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 durch Herrn Professor Thoms ausgeführt wurden.

In Beilage C sind die Untersuchungsresultate niedergelegt. Der Gang der Analyse war für alle Proben derselbe; er ist dargestellt in der Abschrift eines Schreibens d. d. Riga d. 3. Juli 1882. Die Ergebnisse der in diesem Schreiben nicht genannten Wasserproben, sowie der Befund der Seewässer sind synoptisch in der a. a. O. folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Abdampfrückstände übertreffen mit Ausnahme von Bohrloch 11, welches als typisch noch besonders besprochen werden soll, 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.

Was die sogenannte organische Substanz betrifft, so ist diese in doppelter Weise bestimmt, und zwar aus dem Glühverlust einschliesslich der additionellen Hydratwassermengen und aus der Behandlung mit Chamäleonlösung

bezw. aus dem zur Oxydation nöthigen Sauerstoffbedarf. Wenn beide Zahlen nicht übereinstimmen, so liegt der Grund in dem Umfande, dafs die hier auftretenden organischen Beimengungen nicht solche sind, welche zu ihrer Oxydation den 20-fachen Sauerstoff bedürfen. Nach einer gefälligen mündlichen Mittheilung seitens Herrn Professor Thoms ist aber diese Zahl der Berechnung zu Grunde gelegt. So ergibt Bohrloch 2 und 4 an organischer Substanz und Hydratwasser, als Glühverlust, 13 bezw. 11 lgm und an oxydationsfähiger organischer Substanz 24 bezw. 32 lmg. Ich habe zur Beseitigung dieses scheinbaren Widerspruchs mir erlaubt, in der Tabelle die durch Oxydation bestimmte organische Substanz auf den Sauerstoffbedarf durch Division mit 20 zurückzuführen.

Beiläufig bemerkt, beträgt selbst der durch Multiplication mit 20 erlangte organische Gehalt kaum die Hälfte der zulässigen Menge, abgesehen davon, dafs er in dieser Menge gar nicht vorhanden ist und entsprechend seiner Provenienz, als ein nur an besonders begünstigten Stellen entstehendes pflanzliches Zerfallsprodukt, sanitär vollkommen bedeutungslos ist.

Bohrloch 11 ist an einer solchen Stelle in unmittelbarer Nachbarschaft des Jeegelsees niedergebracht; sein Wasser war eisenhaltig in Form von kohlenfaurem Eisenoxydul. Dieses Salz wurde gebildet aus vorhandenem ungelösten Eisenoxydhydrat unter gleichzeitiger Gegenwart von organischer oxydationsfähiger Substanz und freier Kohlenäure; erstere entzieht für ihre Oxydation dem Eisenoxyd ein Sauerstoffatom und das so entstandene Eisenoxydul geht mit der Kohlenäure eine lösliche Ver-

bindung ein. Welche Rolle den Huminstoffen noch dabei zufällt, muß unerörtert bleiben. Die Möglichkeit des Prozesses war bedingt durch die Nähe einer versumpften Stelle, welche organische Substanz und Kohlenäure lieferte.

In Lagen, welche eine einigermaßen bedeutende Ueberdeckung des Grundwasserspiegels besitzen, ist die Vermoorung der Oberfläche mit ihren Folgen abgeschlossen. 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 daselbe ein und machen ihren lokalen 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 die oben bei Bohrloch 11 besprochenen Erscheinungen und bedingt einen Gehalt an löslichem Eisenoxydsalz 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 Reduktion des Eisensalzes auf unlösliches Eisenoxyd statt. Die Wässer begannen zu opalisieren, ein gelbbrauner Niederschlag fand statt und nach vollendeter Sauerstoffaufnahme nahm das nun eisenfrei gewordene Wasser seine ursprüngliche Klarheit wieder an.

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,

dafs trotz der natürlichen Strömung des Grundwassers eisenfreie und eisenhaltige Bohrorte unter dem Einflufs der Zeit eine räumliche Verschiebung nicht erleiden, dafs also eisenfreie Brunnen die betreffende Eigenschaft ebenfowenig verlieren, als eisenhaltige.

Würde die volatile Ablagerung, die Dünen, welche bei der Filialgasanstalt, beim Rumpfenkrug und an der Petersburger Chaussee 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 Gewifsheit 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 enthält Beilage B für jedes einzelne Bohrloch, an denen Messungen vorgenommen wurden. Die höchsten während der ganzen Untersuchungsperiode beobachteten Wassertemperaturen ergab Bohrloch 6 am 30. Juni in 4,5 m Tiefe mit $8,6^{\circ}$ C und Bohrloch 8 am 28. August in 38,0 m Tiefe mit $8,1^{\circ}$ C; die Minima ergaben Bohrloch 4 und 9 am 18. Juni bezw. 20. Juli in 11,5 bezw. 15,0 m Tiefe mit je $6,7^{\circ}$ C. Bemerkenswerth ist der rasche Temperaturwechsel zwischen Boden und Grundwasser; es wurde z. B. beobachtet in Bohrloch 8 in 5,0 m Tiefe $15,3^{\circ}$ C und in 6,0 m Tiefe

8,8° C; zwischen beiden Tiefen lag der Grundwasserspiegel. Auf Blatt I ist der Temperaturgang einiger Bohrungen diagrammatisch aufgetragen.*)

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.

*) Die graphische Darstellung wurde nicht vervielfältigt.

Bohrungen in der Stadt.

Außer den für den besprochenen Zweck niedergebrachten Bohrungen sind innerhalb der Stadt noch solche abgeteuft worden, deren Lieferung zur Versorgung einzelner gewerblicher Anlagen dient. Es sind dies die Bohrungen der Herren Wolffschmidt, Kuntzendorff und Stritzky und diejenige im alten Mitauer Bahnhofe; letztere beiden sind in ihrer Schichtenfolge auf Blatt I graphisch dargestellt*) und die chemischen Analysen der erst genannten drei finden sich in Beilage C auszüglich und tabellarisch zusammengestellt.

Mit Ausnahme der Bohrung im alten Mitauer Bahnhof hat keine die Dolomit-Schichten durchfahren und dem entsprechend ist auch in Folge der Gypseinlagerungen, welche diesen Schichten eigenthümlich sind, der Schwefelsäuregehalt ein hoher; es entspricht ihm ein Gypsgehalt von 35 bis 77 lmg; der letzte Werth ist etwa dreiviertel des Gesamtabdampfdruckstandes des Wassers der Bohrungen an den Seen. Die Härte schwankt zwischen 4,7 und 14,6 deutschen Härtegraden und die Abdampfrückstände zwischen 170 und 418 lmg.

*) Die graphische Darstellung wurde nicht vervielfältigt.

Diese Zahlen beweisen die oben aufgestellte Behauptung, daß die vorgängige Beurtheilung der Qualität eines derartig erbohrten Wassers vollständig unmöglich ist. Sind auch diese Wässer für ihren speciell-technischen Verbrauchszweck vollkommen geeignet, so sind sie schon einzig und allein in Folge ihres hohen Gypsgehaltes für eine städtische Wasserversorgung ganz untauglich.

Selbst wenn man die Dolomite durchfährt, und die Bohrungen, wie die des Mitauer Bahnhofs, bis in die devonischen Sande hinabführt, wird eine Verbesserung der Qualität nur dann eintreten, wenn die Entnahme im Verhältniß zu der im Untergrunde vorhandenen Wassermenge eine geringfügige ist, wenn also, entgegengesetzt der Art einer städtischen Wassergewinnung, die Beanspruchung eine kleine ist. Trifft dies nicht ein, und werden die in den Sanden liegenden Wässer in verhältnißmäßig großen Mengen entnommen, so sinken die in den Dolomiten liegenden Wässer in die Tiefe, mischen sich mit ersteren und werden mit diesen gefördert. Ein die beiden Formationen im hydrologischen Sinne trennendes Glied, welches die Verbindung beider aufheben könnte, gibt es nicht. Der nächst benachbarte Ort, an welchem der Schichtenwechsel sichtbar zu Tage tritt, sind die Seitenthäler am linken Ufer der livländischen Aa in der Umgebung von Segewold; hier zeigen sich nirgends undurchlässige Schichtenbänder, welche ein Sinken des Wassers aus dem Dolomit in den Sandstein verhindern könnten. Zahlreiche Quellen treten erst am Böschungsfuß der Thälränder aus den devonischen Sanden

zu Tage, während im Horizont des Schichtenwechsels nichts von solchen zu bemerken ist.

Die Ergiebigkeit der Bohrung im alten Mitauer Bahnhofs betrug am 18. September für einen Depressionsmeter 1,25 sl, sie übertraf also den Durchschnitt der ersten Bohrgruppe an den Seen um nur 0,06 sl. Die Temperatur war $8,3^{\circ}$ C. Eine chemische Analyse war zur Zeit noch nicht ausgeführt, indess sollen die oberen Schichten ein Wasser geliefert haben, welches durch Zusatz von Alkohol schon einen Niederschlag, wahrscheinlich feines Lösungsmittels beraubten Gyps, ergab.

Aus allen diesen Beobachtungen folgt, daß der Wasserbezug aus dem tieferen Untergrunde der Stadt zum Zwecke 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 Filtergalerie geben und in ihrer linearen Zusammensetzung etwa eine Fassungslänge von 1 bis 2 Werft haben werden. An den Enden sind die einzelnen Rohrbrunnen derartig zusammengestellt, daß sie die Wirkung eines Centralbrunnens ausüben, so daß die Ffassungsanlage in je einem Centralbrunnen an den Enden der Ffassungslänge mit verbindender Filtergalerie bestehen würde.

Ob die Pumpstation sich in der Mitte, oder überhaupt innerhalb der Ffassungsanlage, oder an einem von deren Enden befinden würde, ist jetzt noch nicht zu entscheiden.

Es möge nun im weiteren die Annahme gelten: das bestehende Wasserwerk existire noch nicht.

In der Nähe der Wasserfassung bietet für Anlage eines Hochreservoirs die Erhebung des Terrains keine Vorzüge gegen diejenige bei der Stadt. Brauchbare Bauplätze cotiren dort mit etwa 115 m, während die Kuppe

der höchsten Düne nordöstlich der Stadt mit 124,9, ein Bauplatz dort also mit 122 bis 123m cotiren würde.

Die für ein Hochreservoir nöthige Substructionshöhe würde, in Anbetracht der Reibungswiderstände für Zurücklegung des Weges von der Fassung zur Stadt, in unmittelbarer Nähe der Fassung somit etwa 15 m mehr betragen, als in der Nähe der Stadt auf den dasigen Dünen.

Legt man das Reservoir in die Fassungsnahe, so muß die Leitung zur Stadt den maximalen Stundenverbrauch befördern, während die Lage in oder bei der Stadt ein Kaliber bedingt, welches dem Transport des durchschnittlichen Verbrauches genügt, also erheblich kleiner ist. Nach den statistischen Erhebungen des letzten Betriebsjahres würden sich die beiden Durchmesser verhalten wie $(123 : 100)^{1/2} = 109 : 100$, oder nach üblichen Annahmen, wie $125 : 100$, wobei dem letzteren Verhältniß die größere Wahrscheinlichkeit zukommt.

Aus diesen einzelnen oder zusammengefaßten Gründen ist allen Ausführungsvarianten die Anlage eines Hochreservoirs in der Stadt gemeinschaftlich.

Die weiteren allgemeinen Anordnungen ergeben sich aus der Wahl des Leitungsmaterials. Stellt man die Verbindung der Fassungsanlage bzw. Pumpstation mit der Stadt in Gufseifen her, so kann die Hebung des Waffers bei der Fassungsanlage derart erfolgen, daß sofort mit einmaliger Hebung die zur Versorgung der Stadt nothwendige Druckhöhe erzeugt wird und der Wassertransport nach der Stadt unter dieser erfolgt. Zieht man dagegen vor, die Verbindung, wenn auch den

Verhältnissen entsprechend nicht in ihrer ganzen Ausdehnung, als Kanalleitung in Mauerwerk, Cement und dergleichen auszuführen, so erfolgt die Hebung bei der Fassungsanlage nur bis zu derjenigen Höhe, welche einen freien Abflus des Wassers bis zur Stadt ermöglicht, und die Erzeugung des zur Verforgung nöthigen Drucks wird durch eine zweite Hebung in der Stadt bewirkt.

Es verhalten sich aber die Kosten einer Gufsrohrleitung zu denjenigen eines gemauerten Kanals ohngefähr wie 10 : 6. Etwa 8 km. Kanalleitung sind die Länge, welche die orographischen Verhältnisse als Kanalleitung auszunutzen gestatten. Aus Gründen, deren Entwicklung hier zu weit führen würde, gehört für einen Transport von 220 bis 240 sl ein Gufseisenrohr von 0,65 m Durchmesser, dessen Kosten mit rund 40 Rbl per laufenden m zu veranschlagen sind. Eine gemauerte und schließbare Kanalleitung, welche allerdings erheblich mehr als obige Menge befördern könnte, veranschlagt sich auf rund 22 Rbl, so dafs obiger Länge eine Ersparnis von Rbl 144000 zukommt, wenn sie in gemauertem Kanal anstatt in Gufseisenrohr ausgeführt wird.

Diese Summe ist so bedeutend, dafs sie eine finanzielle Abwägung der Ausführungsvarianten überflüssig macht und dies um so mehr, wenn man das Bestehen des gegenwärtigen Wasserwerks noch in Betracht zieht.

Die in der Stadt schon vorhandene Pumpstation müßte für die Variante: Hebung bei der Fassungsanlage, abgebrochen und dort neu erbaut werden.

Die konstruktiven Maafsnahmen und Anordnungen, welche die Benützung des vorgeschlagenen Bezugsortes

zur nicht weiter diskutablen Folge haben würde, sind demnach in ihren Grundzügen folgende:

- a) Fassung des Waffers in der Nähe von Bellenhof, Bonaventura oder von da weiter südöstlich.
- b) Anlage einer Pumpstation und Hebung des Waffers bis zu derjenigen Höhe, welche einen freien Abfluß des Waffers nach der Stadt ermöglicht.
- c) Kreuzung des Jeegalthales längs der Petersburger Chaussee bis zur Erreichung eines Punktes von entsprechender Höhe und von da
- d) gemauerte geradlinige Kanalleitung zum bestehenden Wasserwerk und schließlich
- e) Anlage eines in die Erde gebauten Ausgleichsbehälters dafelbst.

Die Ausführungskosten stellen sich angenähert:

a) Wasserfassung (geschätzt) mit Grunderwerb	Rbl 90000
b) Vorläufige Anlage zweier Dampfmaschinen von je 25 Pferdekräften mit Kessel, Gebäuden, Wohnhaus; mit Grunderwerb	„ 85000
c) 2000 m Gufsrohrleitung 0,65 m Durchmesser, einschließlic Nebenarbeiten à Rbl 40	„ 80000
d) 8200 m Kanalleitung 0,9 × 1,2 m à Rbl 22	„ 180400

Uebertrag: Rbl 435400

Uebertrag: Rbl 435400

e) Ein Ausgleichbassin von 1000cbm	
Inhalt	„ 12000
f) Telegraphenleitungen, Verschiedenes	
und zur Abrundung	„ 4600

Summa Rbl 452000

Zu Posten e) ist zu bemerken, daß das fehlende Quantum von 500 cbm zu den früher erwähnten 1500cbm Inhalt 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. In Anbetracht der verhältnißmäßig geringen Druckrohrängen ist die mit Aenderung des Ganges bzw. mit Erhöhung der Lieferung verbundene Druckerhöhung eine geringfügige; der Kanal ist ganz ohne Einfluß darauf.

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 240sl 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 Jeegel-See 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 Dünawassers bedingen würde.

4) Die Anlage ist in Anbetracht der großen Ausdehnung des wasserführenden Terrains entwicklungs-fähig und in Folge des Umstandes, daß die Leitung zur Stadt größtentheils in einem weiträumigen Kanal besteht, kann eine spätere Ausdehnung ohne großen Mehraufwand erfolgen.

5) Behufs specieller Auswahl des Fassungsortes,

Bestimmung der Größe der Fassungsanlagen und für sonstige Maafsnahmen 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.

Statistische Tabellen.

Tabelle I.
Jahresverbrauch.

Betriebsjahr	cbm	Betriebsjahr	cbm
1864/65	680300	1873/74	2255200
1865/66	848400	1874/75	2509500
1866/67	1132100	1875/76	2659700
1867/68	1179100	1876/77	2983400
1868/69	1232400	1877/78	3265000
1869/70	1391900	1878/79	3642900
1870/71	1673700	1879/80	3830200
1871/72	1869300	1880/81	4000500
1872/73	2002000	1881/82	3690200

Tabelle

Maximaler, mittlerer und minimaler Stunden-

Jahr	Tag	Periode des Tagesmaximums			
		Datum	maximaler Stunden- consum	tägliches Stundenmittel	minimaler Stunden- consum
Betriebsjahr 1878/79 jährliches Stunden- mittel 416 cbm	Sonntag	13. Mai 1879	123	109	86
	Montag	14. „ „	134	119	93
	Dienstag	15. „ „	152	130	93
	Mittwoch	16. „ „	138	123	95
	Donnerstag	17. „ „	147	129	99
	Freitag	18. „ „	147	127	100
	Sonnabend	19. „ „	163	137	100
Betriebsjahr 1880/81 jährliches Stunden- mittel 457 cbm	Sonntag	29. Juni 1880	112	99	82
	Montag	30. „ „	115	105	86
	Dienstag	1. Juli „	126	109	82
	Mittwoch	2. „ „	123	111	90
	Donnerstag	3. „ „	126	115	96
	Freitag	4. „ „	127	115	95
	Sonnabend	5. „ „	142	121	96
Betriebsjahr 1881/82 jährliches Stunden- mittel 421 cbm	Sonntag	9. Mai 1882	132	98	64
	Montag	10. „ „	141	116	68
	Dienstag	11. „ „	151	122	66
	Mittwoch	12. „ „	142	115	73
	Donnerstag	13. „ „	148	129	87
	Freitag	14. „ „	156	127	79
	Sonnabend	15. „ „	163	130	75
I	II	III	IV	V	VI

II.

consum in Procenten des jährlichen Stundenmittels.

Periode des Tagesmittels				Periode des Tagesminimums			
Datum	maximaler Stundencor ^s .	tägliches Stundenmittel	minimaler Stundencor ^s .	Datum	maximaler Stundencor ^s .	tägliches Stundenmittel	minimaler Stundencor ^s .
18. März 1879	99	85	68	24. Decbr. 1878	95	78	62
19. " "	106	94	75	25. " "	85	71	59
20. " "	116	100	76	26. " "	83	69	60
21. " "	106	94	75	27. " "	90	78	63
22. " "	121	102	79	28. " "	109	92	78
23. " "	124	101	79	29. " "	109	97	85
24. " "	128	101	67	30. " "	120	102	80
15. März 1881	104	89	76	9. Novbr. 1880	92	74	60
16. " "	107	99	83	10. " "	98	81	60
17. " "	115	105	90	11. " "	104	87	61
18. " "	109	100	87	12. " "	98	84	61
19. " "	112	102	84	13. " "	105	86	60
20. " "	114	100	85	14. " "	105	86	63
21. " "	127	107	84	15. " "	115	94	64
4. Octbr. 1881	121	92	70	11. April 1882	103	70	49
5. " "	119	100	77	12. " "	103	84	50
6. " "	129	108	78	13. " "	112	88	53
7. " "	118	99	71	14. " "	120	88	55
8. " "	124	103	75	15. " "	123	93	53
9. " "	124	100	72	16. " "	118	91	52
10. " "	134	107	71	17. " "	138	105	55
IIIa	IVa	Va	VIa	IIIb	IVb	Vb	VIb

Tabelle
Eintrittszeiten des maximalen und
und deren Grösse in Prozenten

Jahr	Tag	Periode des Tagesmaximums				
		Datum	Eintrittszeit	Grösse	Eintrittszeit	Grösse
			des maximalen		minimalen	
		Stundenconsums				
Betriebsjahr 1878/79	Sonntag	13. Mai 1879	8	113	I	79
	Montag	14. „ „	10	112	II	78
	Dienstag	15. „ „	2	117	II	72
	Mittwoch	16. „ „	10	112	I	77
	Donnerstag	17. „ „	4	114	II	77
	Freitag	18. „ „	3	116	I	79
	Sonnabend	19. „ „	4	119	II	73
Betriebsjahr 1880/81	Sonntag	29. Juni 1880	8	113	XII	83
	Montag	30. „ „	5	109	I	82
	Dienstag	1. Juli „	11	116	II	75
	Mittwoch	2. „ „	9	111	XII	81
	Donnerstag	3. „ „	VIII	109	II	83
	Freitag	4. „ „	3	110	XII	83
	Sonnabend	5. „ „	VII	117	II	79
Betriebsjahr 1881/82	Sonntag	9. Mai 1882	8	135	I	65
	Montag	10. „ „	9	121	I	59
	Dienstag	11. „ „	3	124	II	54
	Mittwoch	12. „ „	10	123	XII	63
	Donnerstag	13. „ „	3	115	II	67
	Freitag	14. „ „	3	123	II	62
	Sonnabend	15. „ „	VII	125	II	58
I	II	III	IV	V	VI	VII

Bemerkung: Für die Eintritts-
Arabische Ziffern die Stunden von 6 Uhr Früh bis 5 Uhr Abends.

III.

minimalen Stundenconsums
des täglichen Stundenmittels.

Periode des Tagesmittels					Periode des Tagesminimums				
Datum	Eintrittszeit	Grösse	Eintrittszeit	Grösse	Datum	Eintrittszeit	Grösse	Eintrittszeit	Grösse
	des maxim. minimalen Stundenconsums		des maxim. minimalen Stundenconsums						
18. März 1879	8	116	II	80	24. Dec. 1878	9	122	II	79
19. " "	9	113	I	80	25. " "	9	120	XII	83
20. " "	3	116	I	76	26. " "	9	120	II	87
21. " "	5	112	III	80	27. " "	10	115	I	81
22. " "	4	119	III	77	28. " "	4	119	IIu. III	85
23. " "	5	123	II	78	29. " "	3	112	II	88
24. " "	5	127	III	66	30. " "	4	118	III	78
15. März 1881	8	117	II	85	9. Nov. 1880	8	124	II	81
16. " "	5	108	IV	84	10. " "	9	121	I	74
17. " "	VI	110	I	86	11. " "	2	120	I	70
18. " "	10	109	IIu. III	87	12. " "	4	117	I	73
19. " "	5	110	III	82	13. " "	4	122	III	70
20. " "	5	114	II	85	14. " "	3	122	II	73
21. " "	4	119	IV	79	15. " "	2	122	IV	68
4. Oct. 1881	9	132	I	76	11. April 1882	7	147	II	70
5. " "	9	119	II	77	12. " "	8	123	XII	60
6. " "	2	119	IV	72	13. " "	7	127	XII	60
7. " "	10	119	II	72	14. " "	9	136	XII	62
8. " "	4	120	III	73	15. " "	1	132	XII	57
9. " "	2	124	Iu. III	72	16. " "	10	130	XII	57
10. " "	4	125	III	66	17. " "	3	131	III	53
IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb

zeiten bedeuten:

Römische Ziffern die Stunden von VI Uhr Abends bis V Uhr Früh.

Tabelle
Tägliche Stundenmittel

Jahr	Tag	Periode des Tagesmaximums					
		Datum	tägliches Stundenmittel in cbm	fluctuirendes Quantum			Zeitdauer der Fluctuation in Stunden
				in cbm	jährlichen Stundenmittels	in % des täglichen Stundenmittels	
Betriebsjahr 1878/79 Stundenmittel 416 cbm	Sonntag	13. Mai 1879	452	550	132	121	16
	Montag	14. " "	495	686	165	139	15
	Dienstag	15. " "	540	919	221	170	15
	Mittwoch	16. " "	512	696	167	135	16
	Donnerstag	17. " "	538	776	186	144	15
	Freitag	18. " "	530	662	159	125	16
	Sonnabend	19. " "	570	897	215	157	15
Betriebsjahr 1880/81 Stundenmittel 457 cbm	Sonntag	29. Juni 1880	453	516	113	114	15
	Montag	30. " "	481	503	110	105	15
	Dienstag	1. Juli "	499	734	161	148	16
	Mittwoch	2. " "	507	565	124	112	15
	Donnerstag	3. " "	525	598	131	114	15
	Freitag	4. " "	524	541	118	103	14
Sonnabend	5. " "	553	723	158	151	15	
Betriebsjahr 1881/82 Stundenmittel 421 cbm	Sonntag	9. Mai 1882	415	844	200	204	15
	Montag	10. " "	488	1320	313	269	15
	Dienstag	11. " "	516	1449	343	281	16
	Mittwoch	12. " "	486	1260	299	260	14
	Donnerstag	13. " "	544	942	223	173	15
	Freitag	14. " "	534	1222	289	228	15
	Sonnabend	15. " "	547	1334	316	243	17
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

IV.

und fluctuirende Quanta.

Periode des Tagesmittels						Periode des Tagesminimums							
Datum	tägliches Stundenmittel in cbm	fluctuirendes Quantum in % des				Zeit, d. Fluctuation in St.	Datum	tägliches Stundenmittel in cbm	fluctuirendes Quantum in % des				Zeit, d. Fluctuation in St.
		in cbm	jährlichen Stundenmittels	täglichen Stundenmittels	in % des				in cbm	jährlichen Stundenmittels	täglichen Stundenmittels	in % des	
18. März 1879	353	419	101	118	15	24. Dec. 1878	325	435	104	133	13		
19. „ „	391	533	128	136	15	25. „ „	295	360	86	121	14		
20. „ „	416	670	161	161	14	26. „ „	289	296	71	103	11		
21. „ „	393	558	134	142	14	27. „ „	323	409	98	126	13		
22. „ „	426	668	161	158	14	28. „ „	382	445	107	117	13		
23. „ „	419	663	159	157	13	29. „ „	403	363	87	90	11		
24. „ „	422	889	214	212	15	30. „ „	423	583	140	137	14		
15. März 1880	408	388	85	96	12	9. Nov. 1880	338	489	107	144	12		
16. „ „	451	395	86	87	14	10. „ „	369	693	152	188	14		
17. „ „	479	489	107	102	14	11. „ „	396	799	175	201	15		
18. „ „	457	428	94	94	14	12. „ „	385	687	150	179	14		
19. „ „	466	519	114	112	15	13. „ „	394	805	176	204	14		
20. „ „	459	482	105	105	14	14. „ „	393	732	160	186	14		
21. „ „	490	643	141	132	15	15. „ „	430	922	202	215	15		
4. Oct. 1881	387	745	177	193	11	11. April 1882	297	692	164	234	11		
5. „ „	423	646	153	153	13	12. „ „	354	875	207	246	15		
6. „ „	455	831	197	182	13	13. „ „	373	1019	241	274	15		
7. „ „	417	851	202	204	13	14. „ „	372	921	219	249	15		
8. „ „	435	872	207	201	14	15. „ „	394	1061	251	270	15		
9. „ „	422	882	209	209	13	16. „ „	385	1108	263	289	14		
10. „ „	452	997	236	220	15	17. „ „	443	1208	286	272	16		
IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb		

Schichtenfolgen und Verhalten der Bohrungen.

Bohrloch 1: an der Südwestecke des großen weissen Sees, 11,5 m vom Ufer entfernt.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	101,30	1,60	0,00	Moorboden.
2	99,70	2,40	1,60	fehr feiner grauer Sand.
3	97,30	2,60	4,00	feiner gelber Sand.
4	94,70	1,50	6,60	bräunliche lettige Sande und Letten.
5	93,20	1,30	8,10	grauer feiner Sand. Von 8,75—8,80 m unter Terrain braunes Lettenstreifchen.
6	91,90	1,10	9,40	brauner Letten.
7	90,80	1,00	10,50	grauer feiner Sand.
8	89,80	1,40	11,50	brauner Letten. Von 12,60—12,75 m unter Terrain Torfeinlagerung.
9	88,40 folgt	3,90	12,90	feiner grauer Sand.
	84,50		16,80	

Verhalten des Wasserpiegels während des Bohrens:

Constant in Terrainhöhe in allen wasserführenden Schichten.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Wurde nicht unterfucht.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

In 15,5 m Tiefe aus Schicht 9 mittelft Nortonrohres entnommenes
Wasser ist schwach eisenhaltig und von fauligem Geruch und Geschmack.
Temperatur 7,0° C. (2. Juni).

Bohrloch 2: an der Südostecke des großen weißen Sees,
34,0 m vom Ufer entfernt.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	101,90	0,50	0,00	Muttererde und grober gelber Sand.
2	101,40	0,20	0,50	grob-er grauer Sand.
3	101,20	10,80	0,70	grob-er gelber Sand mit etwas Gerölle, in 2,0 m tot. Tiefe etwas Letten.
4	90,40 folgt	3,80	11,50	mittelfeiner rötlicher Sand.
	86,60		15,30	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 0,5 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb (180 mm Durchmesser) von 12,5—14,8 m unter Wasser-
spiegel in Schicht 4 freistehend liefert

bei 4,9 m Depression 2,9 Sekundenliter.

„ 3,0 „ „ 1,8 „

„ 1,3 „ „ 0,8 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Das Wasser ist völlig klar, geschmack- und geruchlos.

Temperatur 7,2° C. (4. Juni).

Bohrloch 3: auf der Landzunge zwischen den beiden weissen Seen, 12,0 m vom Ufer des grossen entfernt.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- flärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	102,10	4,00	0,00	Muttererde und grober graugelber Sand, in 2,8 m totaler Tiefe Gerölle.
2	98,10	3,30	4,00	hellgrauer mittelgrober Sand.
3	94,80	2,70	7,30	grauer feiner Sand.
4	92,10 folgt	5,30	10,00	grauer mittelgrober Sand.
	86,80		15,30	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,0 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 11,9—14,3 m unter Wasserspiegel in Schicht 4 freilehend liefert

bei 2,7 m Depression 4,4 Secundenliter.

„ 1,3 „ „ 2,1 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Das völlig klare und reine Wasser zeigt einen kaum merkbaren Eisen-Geruch und -Geschmack.

Temperatur 7,5° C. (10. Juni).

Bohrloch 4: an der Südwestspitze des Sallesfees,
10,0 m vom Ufer entfernt.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	105,80	1,50	0,00	Muttererde, gelbbrauner leetiger Sand, bei 0,5 m Tiefe torfig.
	104,30		1,50	
2	101,80	1,00	2,50	graugrüner sehr feiner leetiger Sand. röthlicher feiner Sand.
	100,80		4,00	
3	97,00	3,80	5,00	mittelgrober gelblicher Sand, von 7,5 m Tiefe ab kleine Gerölle.
	96,30		8,80	
4	92,90	0,70	9,50	grober gelblicher Sand mit kl. Geröllen. mittelgrober gelblicher Sand m. kleinen Geröllen.
	folgt		3,40	
92,90			12,90	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,3 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 9,2—11,1 m unter Wasserspiegel freistehend in
Schicht 6 liefert

bei 4,1 m Depression 2,7 Secundenliter.

„ 2,0 „ „ 1,3 „ „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur 6,7° C. (18. Juni).

Bohrloch 5: an der Nordostspitze des Seksfefees,
27,0 m vom Ufer entfernt.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	105,60	0,45	0,00	gelbbrauner feiner Sand.
2	105,15	1,95	0,45	grober gelber Sand.
3	103,20	15,00	2,40	graugelblicher mittelgrober Sand mit kleinen Geröllen.
4	88,20 folgt	0,30	17,40	feiner rötlicher Sand.
	87,90		17,70	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 0,9 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 14,3—16,8 m unter Wasserspiegel in Schicht 3 trei-
stehend liefert

bei 3,6 m Depression 2,0 Sekundenliter.

„ 2,5 „ „ 1,5 „

„ 1,8 „ „ 1,1 „

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

Klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur 8,0° C. (23. Juni).

Bohrloch 6: an der Südwestspitze des Langstingsees
15,0 m vom Ufer entfernt.

Nummer der Schicht	Cote	Schichten- stärke	Tiefe unter Terrain	Bezeichnung
	m	m	m	
1	106,20	8,00	0,00	gelbgrauer mittelfeiner Sand.
2	98,20	1,00	8,00	
3	97,20		9,00	dunkelgraulettiger Sand.
	folgt			

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:
Constant 0,9 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:
Wurde nicht bestimmt.

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

In 5,0 m Tiefe aus Schicht 1 mittelst Nortonrohres entnommenes
Wasser braun opalifizierend und nach Geruch und Geschmack stark
humineisenhaltig.

Temperatur 8,6° C. (30. Juni).

Bohrloch 6a: ca. 100 m südlich der Petersburger
Chaussée bei Werft 14,2.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe m unter Terrain	Bezeichnung
1	111,15	7,00	0,00	feiner gelber Sand.
2	104,15	2,10	7,00	grober gelbgrauer Sand.
3	102,05	1,90	9,10	grober grauer Sand.
4	100,15 folgt	5,00	11,00	grober grauer Sand, reich, von 13,0 m Tiefe ab ärmer an Geröllen.
	95,15		16,00	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 7,4 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Wurde nicht bestimmt.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Aus 14,0 m Tiefe aus Schicht 4 mittelst Nortons entnommenes
Wasser ist klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur nicht bestimmt.

Bohrloch 7: südlich der Petersburger Chauffée bei Werft 12,0.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	104,10	3,35	0,00	sehr feiner gelber Sand, nach unten dunkler.
2	100,75	0,65	3,35	mittelgrober gelber Sand.
3	100,10 folgt	13,25	4,00	grober gelber Sand mit kleinen Geröllen.
	86,85		17,25	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,9 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 12,8—15,3 m unter Wasserspiegel in Schicht 3 freistehend liefert

bei 3,1 m Depression 3,0 Secundenliter.

„ 2,8 „ „ 2,7 „

„ 2,3 „ „ 2,1 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur 7,0° C. (5. Juli).

Bohrloch 7a: 31 m nordöstlich Bohrloch 7.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	107,25	3,10	0,00	gelber fehr feiner Sand.
2	104,15	1,40	3,10	dunkelgelber feiner Sand.
3	102,75	1,20	4,50	mittelfeiner gelber Sand.
4	101,55	0,50	5,70	mittelgrober gelber Sand.
5	101,05	3,30	6,20	grober gelbgrauer Sand.
6	97,75 folgt	3,00	9,50	grober gelbgrauer Sand mit Geröllen.
	94,75		12,50	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 5,0 m unter Terrain.

Bohrloch 7b: 220 m südwestlich Bohrloch 7.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	102,35	4,00	0,00	Moorboden.
2	98,35	0,25	4,00	hellgrauer feiner Sand.
3	98,10	0,15	4,25	blaugrauer sandiger Leiten.
4	97,95	2,30	4,40	mittelfeiner hellgrauer Sand.
5	95,65	3,80	6,70	mittelfeiner gelbgrauer Sand.
6	91,85 folgt	1,50	10,50	grober gelbgrauer Sand mit Gerollen
	90,35		12,00	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Nachdem sich in Schicht 2 geringer Wasserzudrang gefunden, steigt der Wasserspiegel mit Durchbohrung von Schicht 3 plötzlich auf 0,3 m unter Terrain und verhartet dort.

Bohrloch 8: nördlich der Petersburger Chauffée
bei Werft 13,4.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	107,95	0,90	0,00	feiner gelber Sand.
2	107,05	0,35	0,90	feiner röthlicher Sand.
3	106,70	9,60	1,25	mittelgrober gelber Sand mit kleinen Geröllen.
4	97,10	1,65	10,85	mittelfeiner gelblicher Sand.
5	95,45	5,00	12,50	mittelfeiner röthlicher Sand, nach unten lettig.
6	90,45	0,80	17,50	brauner Letten.
7	89,65	1,70	18,30	fehr feiner braunlettiger Sand.
8	87,95	3,40	20,00	brauner Letten.
9	84,55	3,60	23,40	fehr feiner braunlettiger Sand.
10	80,95	0,40	27,00	grauer und brauner Letten.
11	80,55	0,70	27,40	fehr feiner braunlettiger Sand.
12	79,85	3,40	28,10	grauer Letten, bei 30,20 m totaler Tiefe rothbraune Schicht.
13	76,45	4,50	31,50	feiner röthlicher lettiger Sand.
14	71,95	2,40	36,00	gelbgrauer mittelfeiner Sand.
15	69,55	2,50	38,40	brauner, zum Theil sandiger Letten.
16	67,05	1,60	40,90	röthlicher graugesprenkelter fetter Geschiebelehm.
17	65,45 folgt	1,00	42,50	Grand in feinem Sande mit Knollen festen, braunen, sandigen Geschiebelehms.
	64,45		43,50	

Verhalten des Wasserpiegels während des Bohrens:

In den oberen wasserführenden Schichten constant 5,0 m unter Terrain,
stieg bei Erbohrung von Schicht 14 auf 4,9 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 5,5—7,5 m unter Wasserpiegel in Schicht 4 frei-
stehend liefert

bei 0,9 m Depression 1,6 Sekundenliter.

„ 0,4 „ „ 0,7 „

Die Ergiebigkeit von Schicht 14 wurde nicht festgestellt.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Das Wasser aus Schicht 4 ist klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur 7,1° C. (29. Juli).

Aus 38,0 m Tiefe aus Schicht 14 mittelst Nortons entnommenes
Wasser ist ebenfalls klar, geruch- und geschmacklos.

Temperatur 8,1° C. (28. August.)

Boden- und Förderwasser-Temperaturen, gemessen in den Monaten
Juli und August.

Tiefe unter Terrain.	Bohrloch.	Förderwasser.
5,0	15,3° C	—
Grundwasserpiegel	—	—
6,0	8,8 „	—
10,0	—	7,4° C
12,0	7,0 „	7,1 „
14,0	6,8 „	—
16,0	6,8 „	7,2 „
17,0	6,8 „	—
30,5	7,5 „	—
38,0	—	8,1 „

**Bohrloch 9: am Langfingbach nördlich der Straffe
Balofchkrug-Maxeneck.**

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	103,30	1,85	0,00	Humus, grauer mittelfeiner Sand.
2	101,45	0,45	1,85	blauer Letten.
3	101,00	5,95	2,30	grauer mittelfeiner Sand.
4	95,05 folgt	8,10	8,25	grauer mittelgrober Sand mit Geröllen.
	86,95		16,35	

Verhalten des Wasserpiegels während des Bohrens:

Nachdem sich in Schicht 1 geringer Wasserzudrang gefunden, steigt der Wasserpiegel nach Durchbohrung von Schicht 2 plötzlich auf 0,8 m unter Terrain und verhartet dort.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 12,9—15,4 m unter Wasserpiegel freistehend in Schicht 4 liefert

bei 1,8 m Depression 3,2 Secundenliter.

„ 1,5 „ „ 2,6 „

„ 1,2 „ „ 2,0 „

In einem 3,6 m seitwärts gelegenen und 3,6 m unter Wasserpiegel abgeteufelten Bohrloche betrug die Depression beziehungsweise 0,10 — 0,10 — 0,09 m von seinem natürlichen Wasserpiegel ab, welcher mit dem unbeeinflussten Spiegel in Bohrloch 9 in gleicher Höhe lag.

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

Das Wasser opalifert braun und ist nach Geruch und Geschmack stark humineisenhaltig.

Temperatur 6,7° C. (20. Juli).

Bohrloch 10: an der Bucht des Jeegels vor feiner Mündung in den Jeegelfee.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	101,35	2,40	0,00	gelblicher, mittelgrober Sand.
2	98,95	9,60	2,40	gelber grober Sand.
3	89,35	0,60	12,00	brauner mittelgrober schwach lettiger Sand.
4	88,75	0,65	12,60	braungrauer Letten.
5	88,10	3,25	13,25	brauner mittelgrober schwach lettiger Sand.
6	84,85 folgt	1,00	16,50	braungrauer Letten.
	83,85		17,50	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,3 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb 7,2—9,7 m unter Wasserspiegel in Schicht 2 freistehend liefert

bei 2,0 m Depression 2,9 Sekundenliter.

„ 1,1 „ „ 1,8 „

„ 0,6 „ „ 1,2 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Klar, geschmack- und geruchlos.

Temperatur 7,2° C. (23. Juli).

Boden- und Förderwasser-Temperaturen, gemessen Mitte Juli.

Tiefe unter Terrain.	Gefördertes Material.	Förderwasser.
1,0 m	16,5° C	—
Grundwasserspiegel	—	—
1,5 m	14,0 „	9,8° C (Quelle.)
2,2 „	13,0 „	—
3,5 „	11,5 „	—
4,7 „	10,0 „	—
6,0 „	9,1 „	—
8,0 „	9,1 „	7,2° „
12,5 „	8,2 „	—

Bohrloch 11: an der Wurzel der Landzunge am mittleren östlichen Ufer des Jeegelfees.

Nummer der Schicht	Cote	Schichten- stärke	Tiefe unter Terrain	Bezeichnung
	m			
1	103,65	3,65	0,00	gelber feiner Sand.
	100,00		3,65	
2	99,65	0,35	4,00	gelbrother mittelfeiner Sand.
			8,00	
3	91,65	5,20	12,00	gelblicher mittelgrober Sand. { gelblicher feiner lettiger Sand, durch braungraue Lettenschichtchen be- gonnen und bei 14,7 m durchsetzt.
4	folgt			
	86,45		17,20	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 3,5 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 5,2—7,7 m unter Wasserspiegel in Schicht 3 freistehend liefert

bei 1,1 m Depression 1,5 Sekundenliter.

„ 0,7 „ „ 1,1 „

„ 0,4 „ „ 0,8 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Das Wasser opalifirt bräunlich und ist dementsprechend schwach eisenhaltig.

Temperatur 7,4⁰ C. (28. Juli).

Bohrloch 12: am Ausflusse des großen weißen Sees.

Nummer der Schicht	Cote	Schichten- stärke	Tiefe unter Terrain	Bezeichnung
	m			
1	103,25	2,00	0,00	Dammerde.
2	101,25	6,20	2,00	gelber mittelfeiner Sand.
3	95,05 folgt	7,30	8,20	graugelber mittelfeiner Sand, bis 10,0 m unter Terrain mit Holz.
	87,75		15,50	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 2,3 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Wurde nicht unterfucht.

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

Aus 15,0 m Tiefe aus Schicht 3 mittelst Nortonrohres entnommenes Wasser ist nach Geruch und Geschmack schwach eisenhaltig.

Temperatur 8,0° C. (3. September).

Boden-, Förder- und Seewasser-Temperaturen, gemessen Anfang September.

Tiefe unter Terrain.	Gefördertes Material.	Förderwasser.	Seewasser.	Tiefe unter Seespiegel.
1,5 m	13,6° C	—	—	—
Grundwasserspiegel	—	—	17,0° C	0,0 m
2,5 m	12,3 „	—	—	—
6,0 „	10,3 „	—	—	—
6,3 „	—	—	16,9 „	4,0 „
9,0 „	9,3 „	—	—	—
12,0 „	9,0 „	—	—	—
15,0 „	8,8	8,0° C	—	—

Bohrloch 13: am südöstlichen Rande des Ingefesumpfes

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain: m	Bezeichnung
1	105,25	0,90	0,00	weißer feiner Sand.
2	104,35 folgt	15,10	0,90	mittelgrober Sand, oben dunkelbraun- gelb, nach unten reiner und heller.
	89,25		16,00	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,5 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Wurde nicht untersucht.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Aus 13,0 m mittelst Nortonrohres aus Schicht 2 entnommenes
Wasser ist eisenhaltig.

Temperatur 8,0° C. (6. September.)

Bohrloch 14: südlich der Petersburger Chauffée
bei Werft 7,6.

Nummer der Schicht	Cote	Schichten- stärke	Tiefe unter Terrain	Bezeichnung
	m	m	m	
1	103,70	16,00	0,00	gelber mittelfeiner Sand, bei 11,3 m unter Terrain Gerölle. gelbgrauer mittelfeiner Sand mit Ge- rölln (darunter ein Traubendolomit).
2	87,70 folgt	2,00	16,00	
	85,70		18,00	

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 a₅ — b₁₀ — c₁₅ 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 „

Wasserspiegeln 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 „
natürlicher 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.

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).

Bohrloch 15: nordwestlich der Bickerner Kirche.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	105,50	2,50	0,00	Moorboden.
2	103,00	12,20	2,50	schmutziggrauer grober Sand.
3	90,80	0,20	14,70	brauner Letten, unten feinig, aber fluviatil.
4	90,60	2,50	14,90	gelbgrauer mittelfeiner schwachleittiger Sand.
5	88,10 folgt		17,40	{ Schichtchen braungrauen Lettens und dann wieder schmutzigbrauner leittiger Sand.

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 0,9 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Wurde nicht untersucht.

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

Aus 9,5 m Tiefe mittelst Nortonrohres aus Schicht 2 entnommenes
Wasser enthält nach Geruch und Geschmack bei intensiv gelber
Farbe Eisen.

Temperatur 7,6° C. (22. September).

Bohrloch 16: nördlich der Lubanischen StraÙe zwischen Purrekrug und Scheimann.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	106,65	0,30	0,00	Wiefenerde.
2	106,35	3,85	0,30	schmutziggrauer grober Sand.
3	102,50	0,05	4,15	Kalkstein.
4	102,45	5,40	4,20	schmutziggrauer grober Sand mit Gerollen.
5	97,05	4,40	9,60	gelbgrauer feiner schwachlettiger Sand m. einem Lettenschichtchen beginnend.
6	92,65	0,20	14,00	gelbgrauer grober Sand, stark geröllführend.
7	92,45	1,00	14,20	braunlettiger feiner Sand mit Gerollen.
8	91,45 folgt		15,20	Gefchiebe, meist Kalke in braunlettigem Sande, aufgearbeitet.

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 0,5 m unter Terrain.

Ergiebigkeit des Bohrlochs:

Wurde nicht unterfucht.

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Aus 9,0 m Tiefe mittelst Nortonrohres aus Schicht 4 entnommenes Wasser enthält Eisen.

Temperatur 8,1° C. (21. September).

Bohrloch 17: nördlich der Petersburger Chauffée
bei Werft 4.4.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichten- stärke m	Tiefe unter Terrain m	Bezeichnung
1	106,50	1,85	0,00	mittelgrober lettiger Sand, oben dunkelgelb, nach unten heller.
2	104,65	6,15	1,85	gelbgrauer grober Sand mit wenig Geröllen.
3	98,50	2,00	8,00	grauer mittelgrober Sand.
4	96,50	0,70	10,00	grauer grober Sand mit Geröllen und Knoten braunen, fluviatilen Lettens.
5	95,80	5,40	10,70	gelbgrauer feiner lettiger Sand.
6	90,40 folgt	1,60	16,10	brauner fluviatiler Letten.
	88,80		17,70	

Verhalten des Wasserspiegels während des Bohrens:

Constant 1,5 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Filterkorb von 10,0—12,5 m unter Wasserspiegel in Schicht 5 freistehend liefert

bei 6,2 m Depreffion 0,8 Secundenliter.

„ 3,6 „ „ 0,5 „

Phyikalische Beschaffenheit des Wassers:

Stark eisenhaltig.

Temperatur 7,6° C. (24. September .

Bohrloch 18: nördlich des Weges von Bohrloch 15 nach Bohrloch 17, etwa in der Mitte zwischen beiden.

Nummer der Schicht	Cote m	Schichtenstärke m	Tiefe unterl'errain m	Bezeichnung
1	108,55	2,50	0,00	gelber feiner Sand.
2	106,05	8,40	2,50	gelber mittelgrober Sand.
3	97,65	7,10	10,90	gelbgrauer mittelfeiner Sand.
4	90,55 folgt	0,50	18,00	Gefchiebe in braunlettingem Grande und zuletzt einige braune fluviatile Lettenstücke.
	90,05		18,50	

Verhalten des Wasserpiegels während des Bohrens:

Constant 1,7 m unter Terrain.

Ergiebigkeit der Bohrung:

Der Filterkorb wurde in Bohrloch 18 in 12,1—14,6 m Tiefe unter Grundwasserpiegel freistehend in Schicht 3 eingesetzt und ferner noch drei Bohrungen, a_{0,5} in 0,5 m Entfernung bis 5,5 m unter Grundwasserpiegel, b₁₀ und c₂₀ in je 10 und 20 m Entfernung von Bohrloch 18 bis 2,0 m unter Grundwasserpiegel niedergebracht. Die vier Bohrungen lagen in einer Geraden senkrecht zur Strömungsrichtung des Grundwassers. Die gleichzeitige Beobachtung ergab folgende, Resultate:

Depressionen bei verschiedenen Entnahmegrößen:

Entnahme	Bohrloch 18	a _{0,5}	b ₁₀	c ₂₀
1,9 Sekundenliter	4,7 m	0,13 m	0,015 m	0,005 m
1,2 „	2,6 „	0,04 „	0,000 „	0,000 „

Wasserspiegelcoten in den verschiedenen Zufländen:

Entnahme	Bohrloch 18	a _{0,5}	b ₁₀	c ₂₀
1,9 Sekundenliter	101,1 m	105,68 m	105,815 m	105,825 m
1,2 „	103,2 „	105,79 „	105,830 „	105,830 „
natürlicher Zustand	105,830 „	105,830 „	105,830 „	105,830 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers:

Stark eisenhaltig.

Temperatur 6,9° C. (29. September).

Chemische Analysen.

Chemische Versuchs-
und Samen-Control-Station
am Polytechnikum
zu Riga.

Riga, den 3. Juli 1882.

Nr. 287.

An

das ständische Gas- und Wasser-Werk zu Riga.

Die chemische Untersuchung der beiden Wasserproben gez.: „Bohrloch II am großen weißen See“ und Bohrloch IV am Sallessee,“ welche Sie am 28. Juni c. der Versuchsstation überfandten, hat zu nachfolgenden Resultaten geführt:

	Bohrloch II	Bohrloch IV
	a. gr. w. See	a. Saliessee
Abdampfrückstand	0,0878	0,0843 Gew. Thle.
darin sind enthalten		
Glührückstand	0,0645	0,0645 Gew. Thle.
Glühverlust	0,0233	0,0198 Gew. Thle.
	<hr/>	<hr/>
	0,0878	0,0843 Gew. Thle.

Wenn man den Glührückstand mit kohlenfaurem Ammoniak behandelt, um die kohlenfauren Salze wieder herzustellen, so erhält man als

	Bohrloch II a. gr. w. See	Bohrloch IV a. Sallesfee
Festen Rückstand	0,0748	0,0733 Gew. Thle.
Somit verbleiben für organische Substanz und Hydratwasser (Glühverlust)	0,0130	0,0110 Gew. Thle.
	<hr/> 0,0878	<hr/> 0,0843 Gew. Thle.

1000 Gew. Thle. Wasser enthalten:

	Bohrloch II a. gr. w. See	Bohrloch IV a. Sallesfee
Schwefelsäure	0,0032	0,0023 Gew. Thle.
Chlor	0,0376	0,0351 Gew. Thle.

Die durch Seifenlösung bestimmte Härte, sowohl für die Gefammthärte, als auch für die bleibende Härte, ausgedrückt in deutschen Härtegraden belief sich auf:

	Bohrloch II a. gr. w. See	Bohrloch IV a. Sallesfee
Deutsche Härtegrade	1,85	1,78

NB. 1) In keiner der beiden Wasserproben war selbst nach längerem Stehen ein Sediment bemerkbar.

2) Salpetrige Säure war weder in den am 5. Juni eingefandten, noch in den vorliegenden Wasserproben nachweisbar.

Refumé.

	Bohrloch II a. gr. w. See	Bohrloch IV a. Sallessee
Verdampfungsrückstand	0,0878	0,0843
Chlor	0,0376	0,0351
Salpeterfäure	0,0000	0,0000
Salpetrige Säure	0,0000	0,0000
Ammoniak	0,0000	0,0000
Schwefelfäure	0,0032	0,0023
Organische Substanz	0,0240	0,0320
Deutsche Härtegrade	1,8500	1,7800

In Vertretung von Prof. G. Thoms

gez. Max Eduard von Kufslow,
d. Z. erster Assistent der Versuchsstation.

Ergebnisse der chemischen Untersuchung.

a) Wässer des

Entnahme-Ort:	Kleiner weißer See	Großer weißer See	Salles- See	Langfting- See	Bohr- loch II
geschöpft am	28. Mai 1882	28. Mai 1882	27. Mai 1882	27. Mai 1882	3. Juni 1882
Abdampfrückstand . . .	(106,5) 92,3	(113,0) 113,7	(53,0) 60,3	(23,9) 26,0	87,8
Glührückstand . . .	(74,0) 60,3	(79,5) 75,8	(21,0) 33,3	(9,9) 8,3	64,5
Fester Rückstand . . .	73,3	87,3	37,3	10,8	74,8
Glühverlust ^(Hydratwasser, org. Substanz)	19,0	26,4	23,0	15,2	13,0
Chlor	13,5	29,8	13,5	11,4	37,6
Schwefelsäure	1,7	8,2	3,4	Spur	3,2
Salpetersäure	0	0	0	0	0
Salpetrige Säure . . .	0	0	0	0	0
Ammoniak	0	0	0	0	0
Zur Oxydation ver- brauchter Sauerstoff .	(1,59) 1,30	(2,36) 1,10	(2,14) 2,90	(3,99) 4,70	1,20
Gefammthärte	} (3,72) 3,23 }	} (2,36) 3,57 }	} (0,72) 1,00 }	} (0,22) 0,35 }	} 1,85 }
Bleibende Härte . . .					

NB. Die eingeklammerten Zahlen sind von Herrn Seidler, Chemiker der

ausgeführt von Herrn Professor Thoms.

Verfuchsfeldes.

Bohrloch IV	Bohrloch VII	Bohrloch X	Bohrloch XI	Bohrloch XIV	Bohrloch XV	Bohrloch XVI	Bohrloch XVII		
18. Juni 1882	5. Juli 1882	24. Juli 1882	29. Juli 1882	10. Sept. 1882	22. Sept. 1882	21. Sept. 1882	25. Sept. 1882		
84,3	78,3	115,5	684,0	107,5	—	—	—	Thermilligramm	
64,5	54,8	85,0	482,5	84,0	—	—	—		
73,3	67,8	107,3	573,8	94,5	—	—	—		
11,0	10,5	8,2	110,2	13,0	—	—	—		
35,1	2,7	7,5	17,4	4,3	—	—	—		
2,3	Spuren	Spur	23,8	Spur	—	—	—		
0	0	0	0	Sehr ge- ringe Spur	—	—	—		
0	0	0	0	0	—	—	—		
0	0	0	0	0	—	—	—		
1,60	1,60	0,78	4,10	0,46	—	—	—		
1,78	2,50	3,40	13,61	3,10	3,3	3,7	10,0		Deutsche Härtegrade
	2,00	2,30	5,00	2,50	2,8	3,1	8,6		

Mineralwasseranalyt, bestimmt.

b) Wässer aus der Stadt.

Entnahme-Ort:	Brennerei von Wolffschmidt	Brauerei von Kuntzendorf	Brauerei von Stritzky	
Abdampfrückstand . . .	418,0	170,5	337,0	Litermilligramm
Glührückstand	316,0	120,5	221,0	
Kalk	126,5	33,5	73,0	
Magnesia	14,4	10,1	41,0	
Chlor	49,7	14,2	35,5	
Schwefelsäure	45,6	21,6	34,7	
Salpetersäure	0	0	1,1	
Ammoniak	0	0	0	
Zur Oxydation ver- brauchter Sauerstoff	0,6	0,1	1,1	
Härte	14,6	4,7	13,0	Deutsche Grade

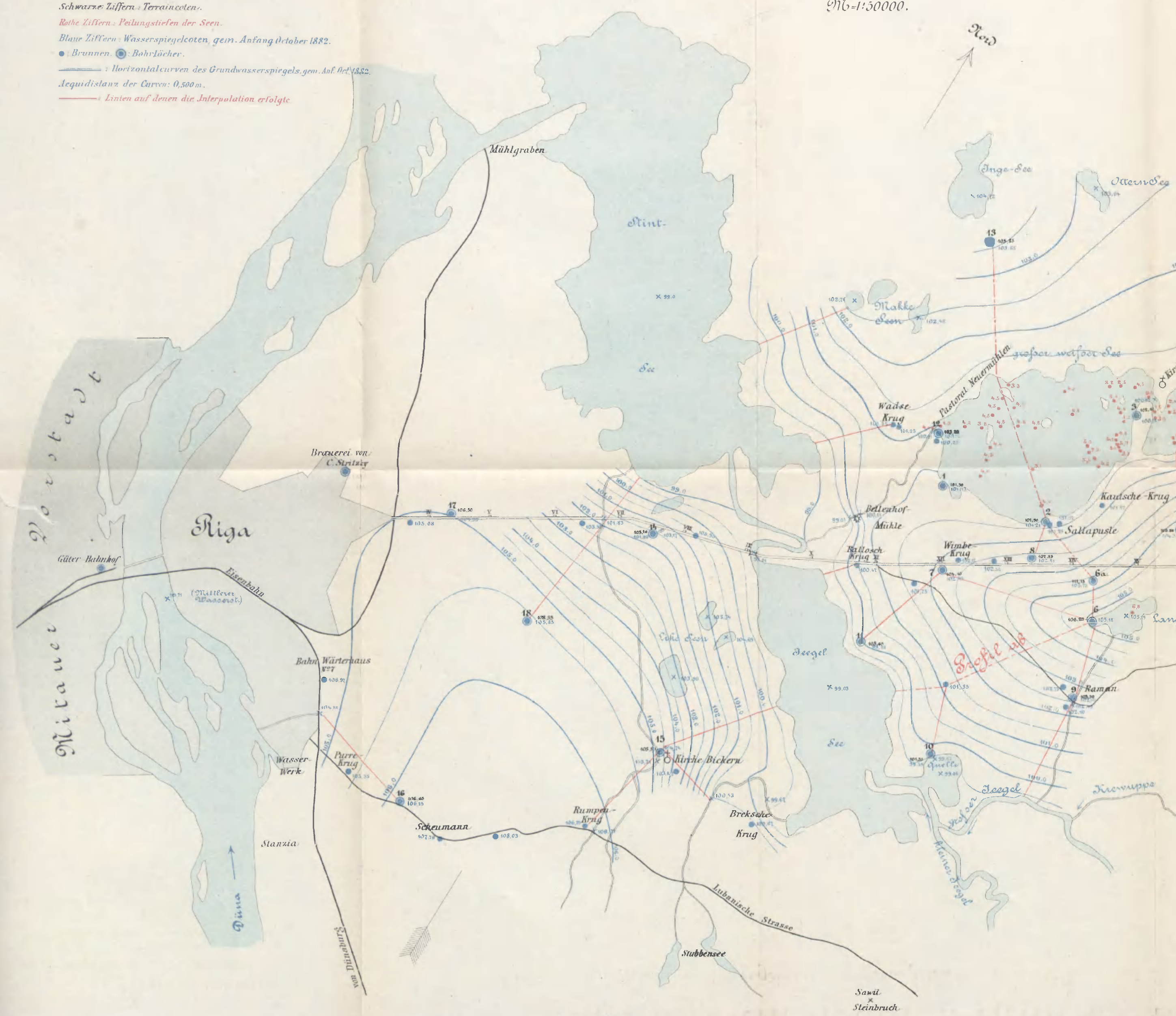
Söhenschichtenplan des Grundwassers in der Umgebung nordöstlich von Riga.

Bemerkungen.

- Horizont: 100,00 m. unter Nullpunkt des Kronstädter Pegels.
- Römische Ziffern: Worst-Eintheilung.
- Schwarze Ziffern: Terraincoten.
- Rothc Ziffern: Peilungstiefen der Seen.
- Blauc Ziffern: Wasserspiegelcoten, gem. Anfang October 1882.
- Brunnen ● Bohrlöcher.
- : Horizontalcurven des Grundwasserspiegels, gem. Anf. Oct. 1882.
- Lequidistanz der Curven: 0,500 m.
- : Linien auf denen die Interpolation erfolgte.

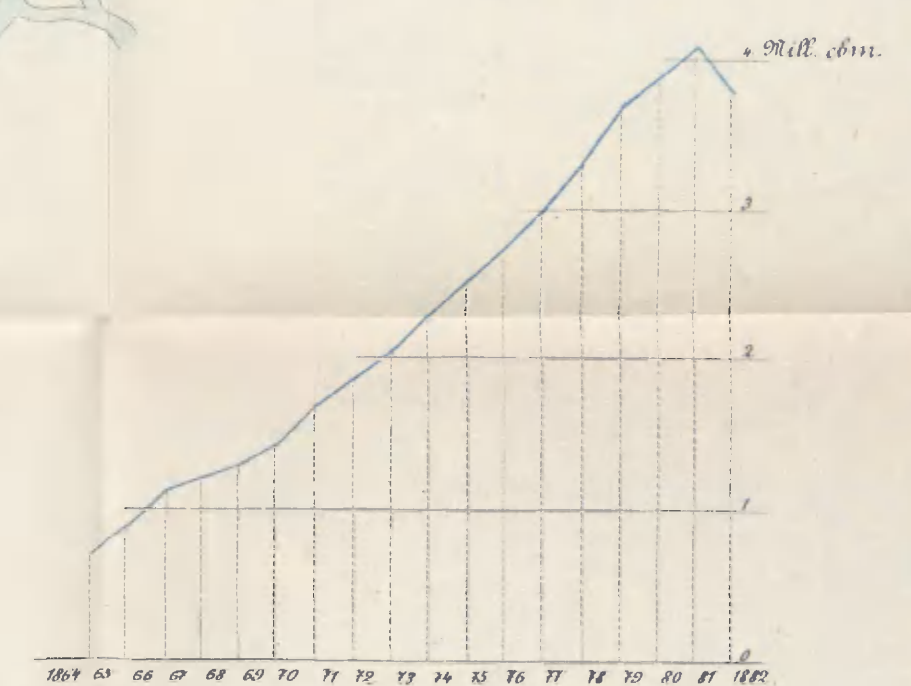
M=1:50000.

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



Jahres Verbrauch.

1 Jahr = 5 mm.
50000 cbm = 1 mm.



Verbrauchswerte.

in d. Periode d. Tagesmaximums.
1881-82.
1 Tag = 10 mm.
100 cbm = 5 mm.

Stundenverbrauch.

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

