

1073

Ueber Lage, Ergiebigkeit und Güte

der

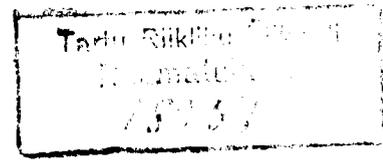
Brunnen Dorpats.

Vortrag,

gehalten am 30. September 1888 in der Dorpater
Naturforscher-Gesellschaft

von

Reinhold Guleke.
Universität-Archivar



Fest A 1886

Separatdruck aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands
Serie I, Band IX, Lieferung 5.

Dorpat.

Verlag der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft.
1889.

In Commission bei Th. Hoppe und E. J. Karow in Dorpat und K. F. Köhler in Leipzig.

1073

Ueber Lage, Ergiebigkeit und Güte der Brunnen Dorpats.

Vortrag,

gehalten am 30. September 1888 in der Dorpater Naturforscher - Gesellschaft
vom Universitäts - Architekten **R. Guleke.**

Hochgeehrte Anwesende!

Es ist mir von Freunden in unserer Mitte nahegelegt worden an diesem Orte einige Mittheilungen zur Hydrographie und Hydrognosie Dorpats zu liefern, und ich komme diesem Wunsche nach, indem ich Ihnen zugleich schildere, welche Maassnahmen zur Wasserversorgung der Universitäts-Institute im Laufe des letzten Jahres getroffen worden sind.

Durch den Um- und Ausbau sämtlicher klinischen und anatomischen Anstalten auf dem Domberge, die bisher mit Embachwasser versorgt wurden, welches oft in recht verunreinigtem Zustande, im Sommer geradezu schlammig, oberhalb der steinernen Brücke dem Strome entnommen wurde, war der Wunsch nahegelegt, auch eine rationellere Wasserversorgung der Kliniken zu erzielen. So erhielt ich denn vor einem Jahre von Sr. Magnificenz, dem Herrn Rector, den Auftrag nach besserem Wasser Ausschau zu halten.

Um diesem Auftrage in jeder Richtung gerecht zu werden, namentlich auch unproductive Ausgaben, soweit das irgend möglich war, zu vermeiden, waren von vornherein drei Bestimmungen nothwendig:



18379

Доводено цензурою — Дерптъ, 22 Февраля 1889 года.

1) die Bestimmung der geeignetsten Wasserentnahme- oder Brunnenstelle,

2) die Bestimmung der Wasserergiebigkeit des projectirten Brunnens, d. h. seines Niederschlags- oder Zuflussgebietes und

3) die Bestimmung der Qualität des Wassers der verschiedenen, sich bietenden Brunnenstellen. Daran hatte sich dann zu schliessen

4) das specielle Project eines Wasserwerkes und die Ausführung desselben.

Ich muss hier noch vorausschicken, dass die Resultate meiner Untersuchungen mich ermuthigten, nicht bloß die Wasserversorgung der Universitätsinstitute anzustreben, sondern auch die Möglichkeit der Wasserversorgung ganz Dorpats nachzuweisen, wie das im letzten Abschnitt gesehen ist unter

5) Project der Wasserversorgung der Stadt Dorpat.

I. Bestimmung der geeignetsten Brunnenstelle.

Die bis dahin an Brunnen in der Domgegend gemachten Erfahrungen, ich erinnere an die Pumpstation bei dem uralten Dombrunnen, in der das Wasser nach 14tägiger Thätigkeit ausging, und an die Brunnen der Herren Reyher und von Götte, liessen die Möglichkeit, grosse Wassermengen aus einem Brunnen auf dem Dome dauernd zu entnehmen, zweifelhaft erscheinen.

Für diese Möglichkeit sprach jedoch der Umstand, dass sich überall unter dem Domberge in verschiedener Tiefe Wasser findet, und dass in seiner Nachbarschaft mehr oder weniger ergiebige Brunnen vorkommen. Es

galt also einen Ueberblick über die Wasserergiebigkeit des Untergrundes in den verschiedenen Partien und der Umgebung des Domberges zu gewinnen. Da lag Nichts näher, als forcirte Pumpversuche an den daselbst bereits vorhandenen Brunnen anzustellen.

Ich führte deshalb folgende Pumpversuche aus:

Erster Pumpversuch vom 19. September 1887 am Brunnen der Augenklinik.

Nach dem Leerpumpen des Brunnens lieferte derselbe im Laufe von $2\frac{1}{2}$ Stunden 23 Cubikfuss d. h. ca. 10 Cubikfuss Wasser pro Stunde.

Zweiter Pumpversuch vom 19. September 1887 am Brunnen der Fr. Professor von Engelhardt.

Nach dem Auspumpen des Brunnens lieferte derselbe im Verlauf von $2\frac{3}{4}$ Stunden $24\frac{1}{3}$ Cubikfuss d. h. ca. 10 Cubikfuss Wasser pro Stunde.

Dritter Pumpversuch vom 21. September 1887 am Brunnen der Domwirthschaft.

Hier konnte der Brunnen mittelst einer guten Pumpe von vier Mann nicht trockengelegt werden. Der Wasserspiegel senkte sich bloß um 7 Zoll. Es wurden bei diesem Pumpen in 6 Stunden und 41 Minuten 1000 Cubikfuss Wasser, oder circa 150 Cubikfuss pro Stunde entnommen.

Bei Verwendung eines kräftigen Motors erschien es somit nicht unwahrscheinlich, dass der Domwirthschaftsbrunnen auch bis 1 Cubik-Sachsen Wasser geliefert hätte, welches Quantum die Universitäts-Anstalten auf dem Dome als Maximum beanspruchen dürften. Bei dieser höhern Entnahme freilich hätte der Wasserspiegel sich um mehr als 7 Zoll senken müssen, was aber auch möglich gewesen wäre, da der Brunnen $4\frac{1}{2}$ Fuss Wassertiefe besitzt.

Nimmt man an, dass die Geschwindigkeit des zuströmenden Wassers mit der Quadratwurzel aus der Druckhöhe wächst, so hätte man voraussichtlich bei ungefähr doppelter Wasserentnahme das Niveau des Brunnens um ca. 28 Zoll senken müssen, was ohne Weiteres zulässig gewesen wäre.

Für die dauernde Wasserversorgung der Kliniken eignet sich aber der Domwirthschaftsbrunnen auf dem Südrande des Domgrabens nicht, weil er einerseits, aus Holz erbaut, zu vergänglich ist, und andererseits mittelst einer frostfreien, also unterirdischen Röhrenleitung mit den Kliniken auf dem Nordrande des Grabens communiciren müsste, wobei in der tiefen Einsenkung der Leitung allmählig sich Sinkstoffe festsetzen und Betriebsstörungen herbeiführen könnten, worüber bei ähnlichen Anlagen oft geklagt wird.

Indessen hatte dieser dritte Pumpversuch die Möglichkeit einer erfolgreichen Brunnenanlage in der Domgegend erwiesen, und ich ging nun an die Ausfindigmachung einer geeigneten Anlagestelle für den zu projectirenden Brunnen. Um einen besseren Einblick in die vorliegenden Terrainverhältnisse zu gewinnen, untersuchte ich die Tiefe, den Untergrund und die Ergiebigkeit einer grossen Anzahl von Brunnen in der Domgegend und ihrer Nachbarschaft nicht nur, sondern, da die Untersuchungen interessante Resultate in Aussicht stellten, auch in andern Theilen der Stadt, und selbst auf dem Lande, soweit das für meine Zwecke erforderlich und lehrreich erschien. Bei diesen Arbeiten unterstützte mich in anerkannter Weise der Brunnenbauer, Herr Kiekhöfer, welcher seit 15 Jahren hierselbst dem Brunnenbau ausschliesslich obliegt. Die zwar nicht sehr genauen, aber dennoch

ausschlaggebenden Resultate dieser Arbeiten finden sich in Tabelle I zusammengestellt. Zu besserer Uebersichtlichkeit trag ich aber auch, wie aus Blatt I zu erschen ist, sämtliche Brunnen der Tabelle in die Stadtkarte ein, indem ich die Brunnen im devonischen Sandstein durch rothe Punkte, diejenigen im Sande und feinen Kiese durch blaue Punkte, diejenigen endlich in grobem Kiese durch blaue Kreise kenntlich machte. Schliesslich umgrenzte ich noch die Gebiete der Brunnen im devonischen Sandstein durch eine rothe Linie.

Um diese Brunnenkarte verständlich zu machen, muss ich noch hinzufügen, dass das Niveau des Wassers der einander benachbarten Brunnen im devonischen Stein einerseits und im Sande andererseits kein wesentlich verschiedenes ist. Beide Bodenformationen sind eben mehr oder weniger durchlassend und daher wasserführend. Im Allgemeinen kann man indessen sagen, dass die Brunnen im wenig zerklüfteten, devonischen Sandstein und im feinen Sande wenig ergiebig sind, wie Tabelle I das beweist, dass dagegen die Brunnen im groben Kiese ausserordentliche Ergiebigkeit besitzen. Freilich kommen auch im devonischen Gestein zuweilen, wie z. B. beim Hause Nr. 10 an der Sandstrasse recht ergiebige Brunnen vor, aber ihr Vorkommen ist ein mehr zufälliges, da sich der Grad der Zerklüftung des Gesteines nicht nach greifbaren Gesetzen vorhersagen lässt. Vielleicht weist das devonische Gestein dort die reichsten Wasseradern auf, wo es, an seinen Ausläufern stark zerklüftet, aus dem anliegenden Sande reichlich Wasser aufnimmt, während die compactere Felsmasse meist nur wenig Wasser liefert. Dafür sprechen die Brunnen von

Reissner, Jakob-Strasse 42.

Gutmann, Jamasche Strasse 24.

Hesse, Sand-Strasse 10.

Nach diesen Bemerkungen ist die Brunnenkarte auf Blatt I leicht zu verstehen mit allen Schlussfolgerungen, die sich an sie knüpfen, so überraschend dieselben auch sind. Es ergibt sich nämlich, dass

1) von Westen, wie von Osten ein unterirdischer, mit Diluvialsand gefüllter Fluss im devonischen Gestein, von je 1400 Fuss Breite in der Wasserlinie, oberhalb der hölzernen Brücke in den Embach mündet, und dass

2) alle sehr wasserreichen Brunnen, deren Schachte fast ausschliesslich im groben Kiese enden, in der Mitte der respectiven Strombetten liegen.

Hiermit waren feste Gesichtspunkte für den weiteren Gang der Arbeiten zur Ermittlung geeigneter Brunnenstellen gewonnen.

Nach dem Gesagten und den obwaltenden Umständen müsste der Universitätsbrunnen auf dem Dome in der Terrainfalte des Domgrabens liegen, damit der Brunnen schacht nicht gar zu tief ausfiel, und die Rohrleitung zum Hochreservoir, das auf dem festen, nördlichen Domthurme geplant wird, zur Vermeidung von Schlammsäcken so nur Steigungen erhalten könnte. Zweitens sollte die Brunnenstelle dem Hochreservoir d. h. dem nördlichen Domthurme möglichst nahe liegen, damit das Heben des Wassers durch die Reibungswiderstände langer Leitungen nicht dauernd erschwert und vertheuert würde. Drittens musste die Brunnenstelle, sollte sie ergiebig sein, offenbar im groben Kiese, d. h. nach dem Gesagten, ungefähr in der Mitte des westlichen Grundwasserstromes liegen.

Für ein städtisches Wasserwerk muss die Stelle zur Anlage des Brunnens am Malzmühlenteiche liegen, wo die

mächtigsten Quellen offen in grobem Kiese zu Tage gehen, und die Pressung des Wassers in dem etwa 4—5 Fuss unter Wasser befindlichen Schichten so gross ist, dass dasselbe, wenn man ein Loch in den Boden stösst, oder einen Brunnen schacht einsetzt, in diesem sich 3 bis 4 Zoll höher stellt, als im offenen Malzmühlenteiche. Ueberdies erreicht das Terrain, vom Malzmühlenteiche rapide aufsteigend, schon beim Sommerhause der Ressource seine bedeutendste Höhe, wo mit Leichtigkeit ein 100 Fuss hoher Wasserthurm, der dem Domreservoir an Höhe gleich käme, errichtet werden kann, ohne dass tiefe Brunnenanlagen, wie auf dem Dome, oder lange Leitungen vom Brunnen zum Hochreservoir erforderlich werden.

Wenn nun auch die allgemeinen Bedingungen für beide Brunnenanlagen scheinbar nicht schwer zu erfüllen waren, so war die Auffindung einer geeigneten speciellen Brunnenstelle, besonders für den Universitätsbrunnen doch nicht ohne gewisse, möglicher Weise sogar namhafte Kosten denkbar, da es sich um Herstellung von Versuchsschachten oder Probebohrungen handelte, weil durchaus nicht alle Brunnen in der Mitte des Strombettes sich in grobem Kiese befinden und ergiebig sind, wie das aus Blatt I hervorgeht.

Hiermit gelangen wir zu unserer weiteren Aufgabe.

II. Bestimmung der Niederschlagsgebiete der Dorpater Brunnen.

So günstig also die Aussichten für unsere Projecte auch zu liegen schienen, so war es doch wünschenswerth vor Inangriffnahme der Arbeiten den Nachweis zu liefern, dass die augenblicklich ergiebigen Brunnen in der Gegend

des Domes auch für lange Zeiträume ergiebig bleiben müssen. Dieses Ziel war erreicht, wenn bewiesen wurde, dass gedachte Brunnen thatsächlich, wie oben vorausgesetzt wurde, in einem fliessenden Wasser stehen, dessen Niederschlagsgebiet entsprechende Wassermengen liefern kann. Diese Nachweise waren um so wünschenswerther, als nach den Darlegungen des Herrn Kickhöfer die Brunnen Dorpats im Laufe der letzten 15 Jahre zum grössten Theile wegen eintretenden Wassermangels um etwa 3 Fuss haben vertieft werden müssen.

Um das Strömen des Grundwassers nachzuweisen, griff ich zum Nivellement des Terrains und der daselbst gebotenen Brunnenniveaus. Um die respectiven Niederschlagsgebiete zu bestimmen, verglich ich weiter die Resultate des Generalnivellements für Livland mit dem Terrain um Dorpat herum, westlich bis nach Forbushof, Ilmazahl, Nüggen und Uellenorm, östlich bis nach Annenhof, Mollatz, zur Lubjamühle und zur Amme hin, worauf ich noch verschiedene Wasserläufe, Seen und Brunnen einnivellirte.

Die Resultate dieser Untersuchungen und Messungen sind in Tabelle II und auf Blatt II zusammengestellt.

Nachdem diese Vorarbeiten unter steter Beobachtung der Bodenbeschaffenheit der respectiven Oertlichkeiten beendet waren, konnte ich zur Bestimmung der Niederschlagsgebiete der obenerwähnten unterirdischen Ströme, welche nach Blatt I oberhalb der hölzernen Brücke in den Embachmünden, übergehen. Die Resultate dieser Studien finden sich auf Blatt III, und ich mache hier nur darauf aufmerksam, dass die Niederschlagsgebiete der Wasserläufe an der Erdoberfläche durchaus nicht mit denjenigen der unterirdischen Wasserläufe verwechselt werden dürfen, obgleich sie vielfach mit einander zusammenfallen. Ich muss

hier etwas weiter ausholen, um verständlich zu sein, und das Vorhandensein jener unterirdischen Flussläufe, sowie ihre Entstehung zu erklären.

Dieselben bildeten sich wahrscheinlich zu einer Zeit im devonischen Sandstein, als derselbe vor Jahrtausenden unbedeckt, und, wie Grewingk nachweist, vegetationslos dalag, bereits aber durch den Abfluss der atmosphärischen Niederschläge unter Einfluss der zerstörenden Temperaturwechsel gefurcht wurde. Ich kann mich bei Betrachtung der gewaltigen Thäler mit lippenförmigen Wulsträndern im hochansteigenden Sandsteinfelsen bei Dorpat, Fellin und an der Aa des Gedankens nicht entschlagen, dass diese Wülste durch gewisse locale Hebungen des devonischen Gesteins entstanden sind. Wurde nämlich eine locale Hebung durch vulkanische Kräfte von unten her bewirkt, so musste das Gestein zuerst in mächtige Schollen zerspringen, und musste jedesmal dort, wo zwei Schollen von grösster Dicke sich beim Aufsteigen berührten, die tiefste, unten geschlossene, nach oben weit klaffende Spalte entstehen. An Stellen, wo blos in einem Punkte ein besonderer, localer Druck von unten stattfand, mussten aber auch mehrere Spalten in einem Punkte zusammenlaufen, wie im Eise der Flüsse, wenn dasselbe beim Sinken des Wassers über emporragenden Steinen zerspringt. In ähnlicher Weise etwa mag zuerst die Thalkreuzung des Embachs mit seinen jetzt unterirdischen Nebenflüssen entstanden sein. Lag nach solchen Ereignissen das über die ganze Ausdehnung des Landes zerklüftete Gestein frei da, dann sammelte sich das Regen- und Schneewasser in seinen Spalten, bildete Rinnsale, Seen und Flüsse, und bahnte sich allmählich seine Wege, indem es, den tiefsten Spalten folgend, die ersten Flussbetten in das devonische Gestein

riss. Erst in einer späteren Periode erfolgte eine allgemeine Senkung des devonischen Gesteins, überflutete das Quartärmeer dasselbe, und überschüttete es mit der sogenannten Drift, welche aus Sand, Kies, Geschiebelehm und Steinen besteht, die wir heute noch an der Erdoberfläche vertheilt sehen. Als dann, noch später, die Hebung und Trockenlegung des Bodens eintrat, begann auch wieder der Einfluss der Niederschläge, und diese stellten, abströmend, die heute vorhandenen Flussbetten durch Erosion her. Gewiss fallen viele der Letztern mit den ursprünglichen Flussbetten der devonischen Formation zusammen, wo aber die Drift zu mächtig ansteht, vermochte das herandrängende Niederschlagswasser dieselbe nicht zu beseitigen, sondern bahnte sich auf Umwegen bequemere Abflussrinnen. Da indessen die überlagernde Drift häufig, wie fast überall um Dorpat herum, in ihren unteren Schichten aus durchlassendem Material, nach Grewingk namentlich Diluvialkies, besteht, so strömt, unbekümmert um die neuen oberflächlichen Wasserläufe, ein grosser Theil des Niederschlagswassers nach wie vor durch die alten Flussbetten unsichtbar und unterirdisch ab, und es ist leicht verständlich, dass dies Abströmen namentlich dort sich geltend machen muss, wo die alten Abflusswege kürzer und steiler sind als die neuen Betten, welche oft grosse Umwege machen, bis sie wieder mit den alten Flussläufen zusammentreffen. An diesen Ausmündungsstellen der alten in die heutigen Wasserläufe treten dann naturgemäss sichtbar Quellen zu Tage, wie in unserem Falle im botanischen Garten und am Malzmühlenteiche.*)

* Obige Darlegungen finden eine Stütze in Grewingk's Aufstellungen (Geologie von Liv- und Kurland S. 64): «Soweit unsere silurischen und devonischen Schichten gleich von der Drift bedeckt sind, mussten sie bis zur

Gehen wir von diesen sichtbaren Quellen, von welchen mehrere bis zwei Cubikfaschen Wasser per Stunde liefern, aus, und beachten, dass die Embachufer zu beiden Seiten des Stromes ziemlich hoch hinauf von Torf bedeckt sind, unter welchem grosse Massen Wassers in den Embach unsichtbar sich hindurchdrängen müssen, was aus dem plötzlichen Steigen des Wassers um 10 und mehr Fuss erhellt, wenn Brunnenschachte in den Torf hineingebaut werden, und dieser durchstochen wird (Privat-Gymnasium, Magazinstrasse Nr. 3), so ist es keine Frage, dass wir hier Abflüsse namhafter Niederschlagsgebiete vor uns haben. Dafür spricht auch die Thatsache, dass die Breite der unterirdischen Flüsse zu beiden Seiten des Embachs in der Grundwasserlinie nach Blatt I. 200 Faschen = 1400 Fuss beträgt. Nach einem Blicke auf Blatt III (nach Rückers Karte) und auf die Nivellements Blatt II ergibt sich Folgendes für den

Domgrabenstrom.

1) Das mit Diluvialkies gefüllte, breite Thal desselben scheint in der Richtung vom Domgraben unter dem Bahnhof durch nach Novum und Renningshof zu verlaufen, da an den genannten Orten lauter Brunnen im Kiese oder Sande vorkommen; während z. B. bereits bei Tamme, $\frac{1}{2}$ Werst südöstlich von Novum, ein Brunnen im rothen Sandstein endet.

Ueberfluthung durch das Quartärmeer trocken liegen.» (S. 65.) «So glauben wir schliessen zu müssen, dass der Boden unserer Provinzen schon vor der Quartärperiode gefältelt war. Seine relativen Höhenverhältnisse waren also im Grossen gegeben, als vor Eintritt der Quartärzeit eine Massensenkung eintrat etc.» (S. 86.); «Die Richtung der kleinern, nicht tief einschneidenden Flüsse hängt von der Vertheilung der Drift ab.»

2) Die Länge dieses Flusslaufs kann ich nicht genau bestimmen, aber aus seinem Querschnitt muss man auf namhafte Länge schliessen. Wirft man einen Blick auf Blatt II, Fig. 2, so bemerkt man, dass derselbe unterirdisch südwestlich bis zu den Seen auf der Wasserscheide bei Nüggen sich hinziehen und sehr wohl Wasser von dort bis zum Domgraben hinabführen kann. Die in Fig. 2 punktirte, kleine Linie ist die Verlängerung des Grundwassergefälles im Domgraben. Indessen kann das Gefälle je nach Durchlässigkeit des Bodens sehr wohl wechselnd sein, und kann vielleicht der vollen, blauen Linie durch die Brunnen und Flussniveaus entsprechen. Freilich aber können sich die verzeichneten Brunnen und Flussläufe auch noch hoch über dem Niveau des unterirdischen Flusses auf den Thalwänden desselben befinden.

3) Die über diese Gefällsrichtung seitlich abfliessenden Bäche sind nur leicht in das Grundwasser eingesenkt, was man aus Blatt II, Fig. 2 ersieht, können also auch nur Oberflächenwasser abführen, während das abströmende Grundwasser sich continuirlich abwärts bewegen und über die tiefer liegenden Thalflächen des devonischen Gesteins in das unterirdische Flussbett gelangen muss, auch wenn die Bäche in niederschlagsarmen Zeiten trocken liegen.

4) Die Drift im Domgrabenstrom besteht nach Grewingk (Nachlass) aus Diluvialsand. Sie dürfte durch das Quartärmeer oder während einer Eisperiode beim Darübergleiten des Gletschereises dorthin gelangt sein. Wieviel Wasser dieser Sand führt, das hängt von seiner Feinheit und von dem Gefälle des Wassers in demselben ab. Sicher ist, dass der Abfluss des Grundwassers aus seinen ungeheuern, unterirdischen Reservoirs viel gleichmässiger und stetiger sein muss, als der des Oberflächenwassers,

das rasch abfliesst und sich oft in langen Zeiträumen nicht ersetzt, was für unsere Brunnenanlagen von grösster Wichtigkeit ist. Während der Bauzeit des Dombrunnens habe ich bisher kein nennenswerthes Sinken und Steigen des Grundwassers constatiren können. Beiläufig bemerkt, nimmt getrockneter Diluvialsand aus dem Domgraben beim Filtriren 25 bis 30 Procent seines Volumens an Wasser auf, ehe er welches durchsickern lässt.

5) Damit Wasser sich im Sande oder Kiese fortbewegt, muss sein Niveau ein Gefälle aufweisen, und wo doppelte Gefälle nach zwei Seiten auftreten, da findet sich eine Wasserscheide. Die Wasserscheiden des Grundwassers werden daher in constant gleichartigem Terrain sich dort befinden, wo von zwei in verschiedener Höhe befindlichen Niveaupunkten des Grundwassers ausgehende Linien gleichen Gefälles sich schneiden, d. h. die Horizontalabstände der Wasserscheide von den beiden Punkten des Grundwassers werden in solem Falle bei stets constantem Gefälle proportional den Tiefen derselben unter der Wasserscheide sein.

Beispiel:

Das Embachufer von Terwand bis nach Forbushof besteht aus hoch ansteigenden devonischen Felswänden, die wenig Wasser durchlassen. Nur bei Techelfer befindet sich eine grössere Abflussrinne im Durchlass unter dem Bahndamm, dessen Sohle aber laut Tabelle II. in der Höhe von circa 55 Fuss über dem Embach liegt. Da nun dieser Durchlass im Grundwasserstrom etwa zwei Werst vom neuen Dombrunnen entfernt liegt, das Niveau des Letztern aber auf ca. 26 Fuss über dem Embach liegt und das Grundwassergefälle hier $\frac{1}{230}$ oder circa $15\frac{1}{2}$ Fuss per Werst beträgt, so würde, wenn alles Wasser zum

Dombrunnen hiessen sollte, die Sohle des Durchlasses, welche aus Fels bestehen soll, circa $26 + 31 = 57$ Fuss hoch über dem Embach liegen müssen. Da nun das Niveau aber im Durchlass 2 Fuss tiefer liegt, so wird die Wasserscheide nach Fig. 6 auf Blatt II. um $x = 165$ Fuss vom Durchlass entfernt liegen, da $x = l - \frac{h}{g}$ ist wobei $l = 2$ Werst = 7000 Fuss, $g = \frac{1}{230}$ u. $h = 55 - 26 = 29$ Fuss ist.

Steigt das Wasser im Durchlass, so fliesst dabei natürlich durch denselben im offenen Canal bei starken Niederschlägen rasch viel Wasser ab, und es rückt die Wasserscheide des Grundwassers weiter vom Durchlass weg. Sinkt das Grundwasser aber in trocknen Zeiten, wobei sich das Gefälle auch ermässigt, bis auf 55 Fuss d. h. bis zur Durchlasssohle hinab, und besteht diese aus undurchlassendem Felsen, so fliesst alles Wasser oberhalb des Durchlasses unterirdisch zum Domgraben hin. Da nun der sichtbare Wasserabfluss bei Techelfer selten gross wird, und der rothe Sandstein mit Rücksicht auf die unterhalb überall nachweisbaren Felspartien, (man vergleiche Karte zur «Geologie» Grewingk's) offenbar nahe der Durchlasssohle liegen muss, so kann die Grenze des Niederschlagsgebietes des Domgrabens wohl weit über Techelfer hinausgerückt werden, weil bei trockner Jahreszeit wahrscheinlich das ganze Wasser der Sümpfe hinter Techelfer ausschliesslich, bei nasser Jahreszeit aber ein sehr grosser Theil desselben, zum Domgraben abfliessen muss.

Dasselbe Raisonement kann bei Bestimmung aller Punkte der Begrenzungslinie des unterirdischen Domgraben-Sammelbeckens auf Blatt III bei eingehender Erwägung der obwaltenden Umstände zur Anwendung kommen.

Es ist selbstverständlich, dass hier eine Menge uncontrolirbarer Umstände mit in den Kauf zu nehmen sind, aber ebenso gewiss ist es, dass diese Betrachtungsweise zu Resultaten führt, die der Wirklichkeit in gewissen Grenzen entsprechen. Bemerket sei noch, dass die stellenweise auftretenden Inseln von undurchlassendem Geschiebelehm mit kleinen Teichen auf den Höhen in der Nähe Dorpat's (Teich bei Novum, beim Handwerkerverein, im obern Theile des III. Stadtbezirks, bei der schwarzen Mühle, See bei Rathshof etc. — man vergleiche auch hierüber Grewingk), die erhaltenen Gesamtergebnisse nicht wesentlich beeinflussen können.

6) Nachdem das unterirdische Niederschlagsgebiet des Domgrabenstromes in angedeuteter Weise annähernd ermittelt war, handelte es sich darum mit aller Vorsicht denjenigen Bruchtheil seiner jährlichen Wassermenge zu schätzen, welche dem Domgraben effectiv stetig zufliesst. Ich nahm hierbei an, dass bloss der nächstliegende Theil des Sammelbeckens bis nach Renningshof hin, gross circa 20 □ Kilometer, sein Wasser zum Domgraben entsende, während der Rest des Wassers von circa 45 □ Kilometern anderweitig abfliessen soll. Dann durchströmt den Domgraben im Jahr bei $\frac{1}{2}$ Meter Niederschlagshöhe, wenn selbst $\frac{7}{8}$ der Niederschläge durch Verdunstung, oberflächliches, seitliches Abströmen, und Abfluss durch Risse und Einschnitte in den Uferwänden des Embachthales verloren gehen, noch immer ein Wasserquantum von $20,000000 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{8} = 1.250.000$ Cubik-Metern = 125000 Cubikfaschen.

Da die Universitätsinstitute aber im Jahre bloss $365 \times 10 = 3650$ Cubikfaschen Wasser im Maximum beanspruchen, so würden sie kaum 3 0/0 des Zuflusses

consumiren. Weil aber dieser nach dem Gesagten und der Beobachtung ein sehr gleichmässiger ist, so erscheint die Ergiebigkeit einer Brunnenanlage im Domgraben für sehr lange Zeiträume gesichert, vorausgesetzt, dass der Brunnen so grosse Tiefe erhält, dass derselbe durch allmähliches Sinken des Grundwassers (wie oben 3 Fuss in 15 Jahren) in Folge oberflächlicher Wasserableitungen nicht sobald trocken gelegt werden kann.

Der Malzmühlenstrom.

1) Auf der Stadtkarte Blatt I übersehen wir die Ausmündung dieses unterirdischen Gewässers beim Malzmühlenteiche sehr genau. Zu beiden Seiten von hochansteigenden, circa 60 Fuss über den Embachspiegel sich erhebenden devonischen Ufern eingeschlossen, zieht sich dasselbe in nordnordöstlicher Richtung bis nach Rathshof hin, entzieht sich aber dort unserer directen Beobachtung durch den Mangel weiterer Brunnen und die Mächtigkeit der überlagernden Drift. Von Rathshof aus mag es sich, der Poststrasse folgend, nach Lubjamühle zu, oder nördlich abschwendend, zum Sallasee und von da unter den bedeutenden Erhebungen zwischen Nusti und Kilgikrug durch, zur Lubjamühle wenden.

Blatt II. Fig. 1 zeigt uns das Profil des unterirdischen Wasserspiegels vom Embach bis Rathshof, Fig. 4 führt uns die gedachte Fortsetzung desselben bis zur Lubjamühlenstauung, unter Körwakülla und Kilgikrug durch, vor Augen.

Das eventuelle Profil des Malzmühlenstromes zum Sallasee und von da nach Kilgikrug und zur Lubjastauung kann man sich leicht bei einem Blicke auf den Salla-See-spiegel und den Nustibrunnenspiegel in Fig. 4 und in

Fig. 5, sowie nach der Karte Blatt III denken resp. construiren.

2) Dass die Länge dieses Flusslaufs nicht unbedeutend sein muss, dafür spricht seine ansehnliche Breite von 1400 Fuss*) an der Ausmündung ins Embachthal und das unausgesetzte, stets reichliche Hervorquellen des Wassers im Malzmühlenteiche, der sogar die Stauung einer kleinen Mühle bildet. Sehr auffallend ist es, dass die Verlängerung des Wasserspiegels (mit ziemlich constantem Gefälle) vom Ressourcenbrunnen zum Viehstallbrunnen in Rathshof genau in den Spiegel der Lubjamühlenstauung ausläuft. Fast scheint es, als ob der Viehstallbrunnen und der Blitzableiterbrunnen in Rathshof etwas höher am rechten Ufer des Malzmühlenstromes belegen sind, während die Mitte des Stromes mehr nördlich und etwas tiefer liegt, wie Fig. 1 das andeutet, denn die blau punktirte Linie verläuft genau zur Lubjastauung.

Man kann sich dies unterirdische Flussbett als dasjenige der Amme zu devonischer Zeit denken. Vielleicht wurde es vom Quartärmeer verschüttet und die Amme war in späterer Zeit nicht mehr im Stande dasselbe frei zu machen, sondern bahnte sich in fast ganz entgegengesetzter Richtung nordwestlich von Lubja nach Wassula und dann westlich nach Falkenau ein neues Bett.

Wie die Dinge liegen, vermögen wir hierüber nicht klar zu urtheilen. Gewisse Umstände legen es indessen nahe anzunehmen, dass der Malzmühlenstrom vielleicht

*) Grewingk beschreibt die Thalmündung des Malzmühlenstromes in seinen «Erläuterungen zur zweiten Auflage der geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands» im VIII. Bande dieses Archivs S. 437. Er giebt die obere Breite zu 1800 Fuss richtig an (im Grundwasserspiegel haben wir 1400 Fuss) weiss aber die Einflüsse des Wassers auf die Sandfüllung des Thales nicht zu deuten. Dass das rechte Embachufer dieselbe Thalbildung darbietet, scheint ihm unbekannt zu sein.

doch eine andere Richtung hat, nämlich die durch den Sallasee nach der Lubjastauung hin. Hierfür spricht das geringe Gefälle des Wasserspiegels bis Rathshof und die angeblich ausserordentliche Tiefe des Sallasees, dessen Sohle nach Blatt II und Tabelle II, § III 4 Fuss unter dem Embachspiegel liegen soll. Wäre das der Fall, und wäre der Sallasee ein offengebliebener Ueberrest des sonst verschütteten oder, wie am Sallasee, mit Torf verwachsenen Flussbetts, dann könnte man den Zusammenhang sich leichter erklären. Keine andere Gegend der Ostseeprovinzen zeigt so deutlich die Spuren früherer Vergletscherung wie das sichtbare Niederschlagsgebiet der Amme von Jensel bis Wassula. Wenn hier von NNW nach SSO Gletscher niedergingen, wie Grewingk das andeutet, dann mussten sie in der That, die obere Seenbildung begünstigend, das ganze Geschiebe an ihrem Fusse gegen die Höhen bei Körwekülla drängen, und das alte Flussbett der Amme dort verschütten. Doch wir wollen nicht zu weit abschweifen. Bemerken will ich nur noch, dass man auch annehmen kann, das unterirdische Niederschlagsgebiet des Malzmühlenstromes, wie es auf Blatt III verzeichnet ist, habe einen von anderen Flussläufen ganz unabhängigen Hauptwasserlauf, der von der Hauptwasserscheide, etwa beim kleinen Wessnershowschen See bei Mollatz ausgehend, zur Malzmühlentauung verläuft. Allerdings will es dazu nicht recht stimmen, dass der untere Lauf dieses so steil niedergehenden Stromes ein so geringes Gefälle von Rathshof bis zur Malzmühlentauung aufweist. In jedem Falle müssen wir aber in dieser Partie das Thal mit sehr grobem Kies und Gerölle gefüllt annehmen, da sonst die bedeutenden Wassermengen sich bei so geringem Gefälle nicht hindurchdrängen könnten.

3) Was nun die offenen Wasserläufe dieses Niederschlagsgebietes anlangt, so zeigt ein Blick auf Blatt III, dass solche von Kilgi bis Mollatz und von da bis Jama nicht vorkommen. Die Schleusensohle bei Jama, die ca. 1 Werst vom Malzmülenteiche entfernt liegt, befindet sich aber nach Tabelle II, B, § I und § II 26 $\frac{1}{4}$ Fuss über dem Embachspiegel und 10 $\frac{3}{4}$ Fuss über dem Malzmühlenspiegel, so dass hier bei Jama im devonischen Felsterrain an ein Abfliessen bedeutender Wassermengen nicht zu denken ist. Hier kann nur in nassen Zeiten einiges Oberflächenwasser abziehen, das eigentliche Grundwasser aber nicht, weil dieses durch die Drift in den Untergrund hinabsinkt, und dann über den devonischen Sandstein in das Thal des Malzmühlenstromes gelangt, sein Abfliessen aber nach dem Embach durch die 50 bis 60 Fuss hohen devonischen Ufer des Letztern verhindert wird. Dieselben Betrachtungen führen bei einem Blicke auf das Nivellement der Revalschen Strasse Tabelle II, B, § V zu der Ueberzeugung, dass auch von Dorpat bis zum Rojasildbach, 9 Werst von Dorpat, nennenswerthe Wasserabflüsse zum Embach nicht vorkommen, da auf dieser Strecke blos 2 kleine Bäche sich finden, die bei 4 Werst von Dorpat 45 Fuss hoch und bei 5 $\frac{1}{2}$ Werst 30 Fuss hoch liegen. Von diesen zeigt Letzterer schon wenige hundert Schritte oberhalb der Poststrasse im Rasen seines Bettes keine ausgerissene Rinne; er liegt dort bereits etwa 2 Saschen höher als unter der Poststrasse, so dass hier grössere Wassermengen nicht abziehen können. Im Uebrigen führen beide Bäche den grössten Theil des Jahres hindurch überhaupt kein Wasser. Um mich später dem beträchtlichern Rojasildbache allein zuwenden zu können, bemerke ich sogleich, dass aus dem Malzmühlenbecken über dem hohen Rücken von Kilgi bis Kobratto

keine Wasserabzüge vorkommen, und dass die Bäche bei Wassula und nördlich vom Sallasee auf so hohem Driftterrain liegen, dass sie nur Oberflächenwasser aber kein Grundwasser abführen. So scheint denn nur ein grösserer Abflussgraben aus diesem Grundwasserbecken im Rojasildbache vorhanden zu sein. Allein die Sohle desselben liegt auf der rothen Nivellementsline zwischen Wahi und Sallasee laut Tabelle II, B, § III 46 Fuss, sein Ufer 48 Fuss über dem Embach, während der Spiegel des Sallasees bloss 2 Fuss höher belegen ist, und der Bach, etwa $\frac{1}{2}$ Werst vom See entfernt, nach Wahi zu rapide ansteigt. Beachtet man ferner, dass der Brunnenpiegel zu Kubja nahe Rathshof ca. 48 Fuss hoch liegt, so ist es wohl klar, dass der Rojasildbach nur Oberflächenwasser von den Höhen bei Soppako, nicht aber Grundwasser führt.

Dasselbe gilt für den neuen Canal bei Wahi, dessen Wasserspiegel im Herbste eben so hoch lag als der Brunnenpiegel daselbst, nämlich ca. 46 Fuss über dem Embach. Man ersieht hieraus, dass der Canal local um Wahi herum das Grundwasser um ca. 2 Fuss gesenkt hatte jedoch nicht weiter senken konnte, da er bei diesem Zustande bereits trocken lag.

Hierzu bemerke ich, dass das Terrain von Rathshof bis zum Sallasee aus feinem Sande, stellenweise auch aus grobem Kies zu bestehen scheint, und dass die Ufer des Sallasees, der für gewöhnlich keinen Abfluss zur Amme hat, obgleich eine wenige Zoll tiefe, ganz verwachsene Abflussrinne sichtbar ist, aus Torf bestehen. Nach dem Gesagten scheint das Grundwasser einen grossen unterirdischen See mindestens vom Sallasee bis nach Kubja zu bilden und in der Nähe dieses Ortes sich senkend, nach dem alten Strombette bei Rathshof abzuführen, wie das auf Blatt II in Fig. 3 punktirt dargestellt ist.

Hierbei bleibt es nicht ausgeschlossen, dass der Wasserabfluss vielleicht auch mit grossen Umwegen auf einer anderen Linie von Kubja nach Rathshof stattfindet.

Ob der Hauptstrom des Malzmühlenbeckens noch andere Zuflüsse und namentlich auch Wasser aus der Amme bei Lubja bezieht, lässt sich zunächst nicht nachweisen, erscheint aber sehr wahrscheinlich.

Wir kommen endlich zu dem Schlusse, wenn wir von kleineren Seen, wie dem bei Rathshof, der übrigens einen Abfluss in den Untergrund für sein Hochwasser besitzen soll, und Teichen absehen, dass dem Malzmühlenstrom im Wesentlichen nur dasjenige Wasser des auf Blatt III gezeichneten Niederschlagsgebietes verloren geht, welches durch den Rojasildcanal abfliesst. Dasselbe ist indessen leicht zu schätzen, da der Canal auf der Nivellementsline beim Sallasee im October in nasser Zeit 2160 Cubiksaschen per Tag laut Messung abführte.

4) Wenn man das Niederschlagsbecken des Malzmühlenstromes auf Blatt III betrachtet, und nach Blatt II, Fig. 3, 4 und 5 beachtet, wie etwa die eine Hälfte des Niederschlagswassers von den umgebenden Höhen sich im Sallasee ansammeln, und wie die andere Hälfte aus den Höhen um Körweküllä und Mollatz durch mächtige Lager der Drift zum Grundwasser hinabsinken muss, so leuchtet ein, dass der Abfluss des Letzteren durch die Sandfilter der Drift, namentlich aber durch das Sammelbecken des Sallasees ein eminent stetiges und gleichmässiges das Jahr hindurch sein muss, was für die eventuelle Anlage eines Wasserwerkes am Malzmühlenstrom von grösster Wichtigkeit wäre. Diese Annahme wird durch die Erfahrung vollkommen bestätigt, da der Wasserbetrieb der Malzmühle das Jahr hindurch nur geringen Schwankungen unterworfen sein soll.

5) Nachdem ich im Früheren bei Betrachtung des unterirdischen Niederschlagsgebietes des Domgrabenstromes eingehendere Bestimmungen über die Lage der Wasserscheiden angedeutet habe, wobei ich bemerkte, dass diese mit den Wasserständen im Lauf des Jahres sich mehr oder weniger verschieben, will ich bei diesem Gegenstande hier mich nicht weiter aufhalten. Da wir uns ohnehin mit roher Annäherung begnügen müssen, so verweise ich auf die Resultate des Blattes III.

6) Es bleibt uns nur noch übrig rechnerisch das dem Malzmühlenstrome zufließende und effectiv auch zu erlangende Wasserquantum zu schätzen. Das von uns verzeichnete Grundwassersammelbecken auf Blatt III ist 42 □ Kilometer gross und empfängt jährlich 21.000.000 Cubikmeter = 2.100.000 Cubikfaschen Niederschläge.

Von diesem Wasser fließen, wie oben erwähnt, in nasser und kühler Jahreszeit täglich 2160 Cubikfaschen durch den Rojasildbach oberflächlich ab, oder, wenn wir den täglichen Wasserabfluss fürs ganze Jahr zu 2000 Cubikfaschen per Tag d. h. sehr hoch annehmen, per Jahr $365 \times 2000 = 730.000$ Cubikfaschen.

Von dem Reste des Wassers 1.370.000 Cubikfaschen nehme ich an, dass nach Berücksichtigung der Verdunstung und der etwaigen Wasserverluste bei Jama, über die Revalsche Poststrasse und zur Amme hin circa $\frac{1}{3}$ oder rund 450.000 Cubikfaschen effectiv im Malzmühlenstrome abfließen.*)

Nehmen wir ferner an, Dorpat habe 30,000 Einwohner und verbrauche per Kopf, wie Berlin 9,14 Cubikmeter

*) In Frankreich, wo die Verdunstung eine lebhaftere ist als bei uns, nimmt man an, dass die offenen Flussbetten $\frac{2}{3}$ der Niederschläge den Mühlen zuführen. In unserm kühleren Klima und in der durchblässenden Drift um Dorpat herum fließt sicherlich mehr Wasser durch die unterirdischen Ströme ab.

oder 0,014 Cubikfaschen, so würde ein städtisches Wasserwerk täglich 420 Cubikfaschen und per Jahr rund 150.000 Cubikfaschen Wasser verbrauchen d. h. $\frac{1}{3}$ des im Malzmühlenstrome vorhandenen Wassers. Allein dieses Verbrauchsquantum ist für Dorpat viel zu hoch gegriffen. Der Verbrauch per Kopf wird voraussichtlich zwischen 30 und höchstens 40 Litern per Tag schwanken. Dann berechnet sich der Consum per Tag auf höchstens 120 Cubikfaschen und per Jahr auf 43.800 Cubikfaschen oder rund 10 % des im Malzmühlenstrome vorhandenen Wassers. Zur rohen Controle dieser Aufstellung führe ich an, dass ein früherer Pächter der Malzmühle mir mittheilte, dieselbe könne das Jahr hindurch ziemlich gleichmässig 12 Stunden am Tage einen vierpferdigen Mehlgang mit ihrem Wasser treiben. Das Wasserrad habe 10 Fuss Durchmesser gehabt und das Gefälle habe 12 Fuss betragen.

Nehmen wir den Nutzeffect des Rades zu 70 % an, so entspricht die erwähnte Arbeitsleistung von $4 \times 75 = 300$ Kilogrammetern per Secunde einem Wasserquantum von $\frac{4 \times 75 \times 10}{3 \times 7} = 143$ Litern

oder $\frac{1}{7}$ Cubikmeter Wasser per Secunde

oder $\frac{3600}{7} = 514$ Cubikmeter per Stunde

oder $\frac{514 \times 24}{10} = 1233,6$ Cubikfaschen Wasser per Tag

oder 450.264 Cubikfaschen per Jahr.

Diese Rechnung bietet eine wesentliche Controle der Richtigkeit vorstehender Aufstellungen und beweist, dass der Malzmühlenstrom das Wasserwerk Dorpats effectiv und unzweifelhaft ausreichend mit Wasser versorgen kann.

III. Die Bestimmung der Qualität des Dorpater Brunnenwassers.

Die Bearbeitung dieses Abschnitts ist mir nicht schwer geworden. Die langjährigen, ebenso eingehenden und mühevollen, wie umfassenden und erschöpfenden Arbeiten Carl Schmidt's über die «Wasserversorgung Dorpats» (Band I 1863, Band II 1876 bei der Nat. Gesellsch. erschienen) haben mir ebenso sehr die Sache leicht gemacht, wie die neueste, liebenswürdige Betheiligung des Genannten an meinen Untersuchungen.

Die Früchte seiner Arbeiten unterbreite ich Ihnen in Tabelle III, welche alles Wissenswerthe für uns enthält. Schmidt selbst legt in seinen Besprechungen der Dorpater Brunnen uns den Gedanken nahe, dass dieselben sämmtlich gutes, gesundes Wasser führen würden, wenn die localen Verunreinigungen durch die Bewohner der Stadt weggefallen wären. Wie die Brunnen aber heute sind, unterscheiden sie sich oft sehr in ihrer Qualität, und es bedarf daher wohl der Kritik jedes einzelnen Brunnens, ehe man sein Wasser vertrauensvoll zu Nahrungszwecken verwerthen, oder zu technischen Manipulationen, besonders zum Waschen, verwenden kann.

Gesundes Trinkwasser

ist in jedem Haushalte erforderlich und Schmidt hat es uns leicht gemacht, die Merkmale desselben mit Hilfe seiner Analysen sofort zu erkennen, indem er von 125 analysirten Brunnenwassern die 25 besten auswählte und den durchschnittlichen Salzgehalt derselben als Norm für die Dorpater Brunnen I Classe hinstellte. Die übrigen

100 Brunnen hat er nach zunehmendem Salzgehalt in weiteren 4 Gruppen oder Classen characterisirt, allein da wir bei unsern Brunnenprojecten uns nur mit den besten Wassern befassen wollen und können, so interessirt uns auch nur Classe I. Die Norm für dieselbe findet sich in Tabelle III A, B und C. Vergleichen wir das Wasser sowohl des neuen Dombrunnens, wie dasjenige der Malzmühlenquellen mit dem Normalsalzgehalt der I. Classe, so ergiebt sich ohne Weiteres, dass beide Wasser durchaus zu den besten Brunnen der I. Classe gehören und in der Zusammensetzung ihrer Mineralbestandtheile sich dem Salzgehalt des Normalquellwassers Tabelle III, B in günstigster Weise nähern. Beide enthalten blos etwas Kochsalz mehr, was nur von Nutzen sein kann, und etwas salpetersaure Magnesia. Letztere beträgt jedoch im Dombrunnen noch immer nicht $\frac{2}{3}$, in der Malzmühlenquelle nicht $\frac{1}{2}$ der salpetersauren Magnesia im Dorpater Brunnenwasser I Classe. Dieser Magnesiagehalt ist also vollkommen unschädlich. In allen anderen Beziehungen stehen beide Wasser über dem Normalquellwasser, oder doch mindestens demselben gleich. Sie empfehlen sich also unbedingt für die Trinkwasserentnahme. Die einzigen Bestandtheile des Dorpater Brunnenwassers, die auf die Constitution des Menschen einen directen Einfluss ausüben könnten, sind nach Schmidt die Magnesiasalze, und deren giebt es in beiden, obenerwähnten Wassern nur verschwindende Quantitäten. Besseres Trinkwasser kann man sich also kaum wünschen. — Dasselbe Resultat ergiebt sich aus einem Vergleich der vortrefflichen Bohrbrunnen von Redlin, Vietinghof, Schramm, Friedrich, im Veterinair-Institut und in der Petersburger Strasse mit dem Dombrunnen und den Malzmühlenquellen nach Tabelle III A. Immer finden wir da nur einen

unwesentlichen Ueberschuss an Kochsalz (Chlornatrium) und salpetersaurer Magnesia. Dieses Resultat kann nicht Wunder nehmen, da, wie früher gesagt, alles Grundwasser Dorpats gut genannt werden kann, so weit es nicht verunreinigt ist und aus versumpftem oder dichtbewohntem Terrain entnommen wird. Auch darauf möchte ich noch hinweisen, dass alle Bohrbrunnen Dorpats, der Malzmühlenteich am sumpfigen Embachufer und eben so der untere Irrenhausbrunnen fast genau dasselbe Niveau über dem Embachspiegel haben. Das ist ein klarer Beweis, dass wir hier überall nur aus einem grossen Reservoir gleichen Wassers schöpfen und dass nur in den oberen Partien des Grundwassers von den bewohnten Gegenden bis zum Embachbett hinab Verunreinigungen vorkommen und denkbar sind.

Es sind also blos die im verseuchten Sumpflande am Embach gelegenen Brunnen Dorpats gesundheitsschädlich. (man vergleiche Wasserversorgung Dorpats I, S. 196 von C. Schmidt) und beide zur Wasserentnahme vorgeschlagenen Brunnen kommen mit diesem Terrain gar nicht in Berührung, wenn man sie so ausnutzt, wie ich das oben schon andeutete, später aber noch näher ausführen werde. Vorsicht ist in dieser Richtung durchaus geboten, da die Untersuchungen am Brunnen der academischen Musse in Tabelle III uns beweisen, wie grossen Einfluss Reinigung und eventuell Vertiefung auf einen Brunnen ausüben können.

Es könnte noch zweifelhaft erscheinen, ob die Nähe der Kirchhöfe das Malzmühlenwasser nicht ungünstig beeinflusst. Deshalb sind die Analysen der Kirchhofswasser in Tabelle III aufgeführt. Wenn auch eine Steigerung des Salzgehalts im Wasser des Estnischen Kirchhofs auftritt, so ist doch das Wasser des Deutschen Kirchhofs vor-

züglich, und da das Wasser vom Estnischen Kirchhof unter der Petrikirche hindurch zum Malzmühlenteich abzieht,) dieser aber gleichfalls ein vorzügliches Wasser führt, so ist jede Befürchtung als hinfällig abzuweisen.

Dagegen ist es hier am Platze auf das Nachdrücklichste hervorzuheben, dass unsere Bauvorschriften durchaus nicht die Verunreinigung des Grundwassers genügend beschränken, dass vielmehr in dieser Richtung ernstlich daran gedacht werden muss, bessere Gesetze und Einrichtungen herbeizuführen, wenn die Zukunft unserer Brunnen sich nicht mit der Zeit und dem Wachsen der Bevölkerung arg verdüstern soll. Jedoch gerade die Errichtung von Wasserwerken erleichtert die Anlage von Canalisationen und Spülungen, und das ist mit ein Hauptgrund, die Erbauung eines Wasserwerkes auch für die Stadt Dorpat auf das Nachdrücklichste zu empfehlen.

Der Segen derartiger Einrichtungen wird in Dorpat so wenig ausbleiben, wie in den grossen Städten Englands und Deutschlands, indem die Epidemien, welche in Dorpat so oft unheimlich grassiren, aufhören werden, die Sterblichkeit aber wesentlich abnehmen wird. Muss letzterer Umstand nicht ausschlaggebend für eine Stadt sein, die geradezu nur durch die Tausende jugendlicher Gäste existirt, welche hier ihre Ausbildung erfahren, und von denen Viele ihren frühzeitigen Tod nur der bisherigen Fahrlässigkeit und Unordnung verdanken? Es ist erfreulich, dass in dieser Erkenntniss unsere Universität wenigstens mit gutem Beispiel vorangeht, und Wasserleitung, sowie Canalisation und systematische Spülung ihrer Institute im Laufe eines Jahres voraussichtlich vollendet haben wird. Auch ihr wird die Pflicht obliegen, dahin zu streben, dass durch die Mängel der städtischen Einrichtungen und Ge-

setze der Zustand ihrer Brunnenanlage nicht verschlechtert werde.

Für das Project eines städtischen Wasserwerks am Malzmühlenstrome, meine ich, wird Dank den Arbeiten Schmidt's die Tabelle III alle irgend wünschenswerthen sanitären Aufschlüsse zu liefern im Stande sein.

Die technische Benutzung des Wassers

spielt eine so wichtige Rolle im Haushalt, namentlich beim Wäschewaschen, dass die Brunnenwasser in Bezug auf dieselbe noch zu besprechen sind.

Es ist vor Allem ein durchaus berechtigter Vorwurf, der dem Brunnenwasser gemacht wird, dass man damit nicht waschen könne. Wie soll dem Uebelstande abgeholfen werden? Gewöhnlich nimmt man statt des Brunnenwassers zum Waschen Regenwasser, und wenn dieses nicht zu haben ist, Embach- oder anderes Flusswasser. Der letztere Weg aber ist ein falscher, denn das Embachwasser, man vergleiche Tabelle III, B. und C. enthält selbst eine ansehnliche Menge von Erdcarbonaten (Kalk, Magnesia und Eisen mit doppeltem Kohlensäureäquivalent) und freie Kohlensäure. Sein Härtegrad ist freilich nur etwa halb so hoch als derjenige des Dombrunnen- und des Malzmühlenquellwassers, man vergleiche Tabelle III, B, aber die Bildung von zäher Kalkseife auf der Wäsche ist eben nicht ausgeschlossen, und nur durch grosse Mengen Wassers mit vieler unnöthiger Mühe zu beseitigen.

Die schädlichen Carbonate oder doppelkohlensauren Salze lassen sich aber mit sehr geringen Mühen und Kosten in unschädliche umwandeln, indem man dem Brunnenwas-

ser soviel frisch gelöschten Kalk in Pulverform zusetzt, als dazu gehört die erwähnten Carbonate oder doppelkohlensauren Salze in einfachkohlensaure umzuwandeln.

C. Schmidt hat längst in seiner Wasserversorgung Dorpats nachgewiesen, wie leicht es ist, die Brunnenwasser vollkommen weich zu machen. Es scheint aber Niemand darauf geachtet zu haben. So will ich denn für die beiden, wie ich annehme, wichtigsten Brunnen Dorpats an dieser Stelle Schmidt's Resultate genauer hersetzen, damit bei Erwägung einer Wasserversorgung Dorpats über diesen Punkt keine Zweifel übrig bleiben.

1) Dombrunnen:

Der Härtegrad des frischen Wassers beträgt 17,77. Um das Wasser möglichst weich zu machen, wobei Kalk, Magnesia und Eisen unlöslich niederfallen, sind auf den Cubikmeter 177,7 Gramm frisch gebrannten Kalks (CaO) oder 234,8 Gramm frisch gelöschten, trocknen Kalkpulvers (Kalkhydrat $\text{Ca H}^2\text{O}^2$) zuzusetzen. Auf unsere üblichen Maasse und Gewichte bezogen, ergibt das: für 10 Wedro = 100 Stoof Dombrunnenwasser 0,0717 Pfund oder 2,29 Loth frisch gelöschten Kalk in Pulverform.

2) Malzmühlenquellwasser:

Der Härtegrad des frischen Wassers beträgt laut Tabelle III, B im Mittel 15,54 — Dies Wasser erfordert an Kalkzusatz (CaO) per Cubikmeter 155,4 Gramm oder an frisch gelöschtem Kalk ($\text{Ca H}^2\text{O}^2$) in Pulverform 205,3 Gramm.

Auf 10 Wedro = 100 Stoof Malzmühlenquellwasser muss man daher 0,063 Pfund oder genau 2 Loth frisch gelöschten Kalk in Pulverform zusetzen, dann gehörig umrühren und einige Zeit das Wasser stehen und sich klären lassen.

Da das Brunnenwasser hierbei vollständig weich wird und die Kosten so gering sind, dass man sie kaum ausrechnen kann, auch die Droguenhandlungen und Apotheken den frisch gelöschten Kalk von jedem Kalkbrenner oder Maurer jederzeit leicht beziehen können, so ist damit dem Hauptübelstande des Brunnenwassers in Hinsicht auf das Waschen vollkommen abgeholfen.

Von Wichtigkeit bleibt noch die Betrachtung des Brunnenwassers in Bezug auf seine Verwendung zur Mörtelbereitung. Hier sind es die zerfliesslichen Salpetersalze, welche, einmal in den Mörtel gelangt, äusserlich Auswitterungen und innen Schäden in der Malerei und Tapezierung an unseren Bauten verursachen.

Das Embachwasser enthält, wie man aus *z.* Tabelle III. C. ersieht, an zerfliesslichen Salzen 10 bis 12, das Durchschnittsbrunnenwasser I. Classe 122, der Malzmühlenbrunnen 64 bis 70, und der Dombrunnen 73 Gramm. Hieraus geht hervor, da Normalquellwasser 35, der Brunnen des Deutschen Kirchhofs 43, der Brunnen des Irrenhauses 47, die Brunnen Dorpats II. Classe 255,1, die III. Classe 457,3, IV. Classe 637,3 und V. Classe 1248,9 Gramm zerfliesslicher Salze enthalten, dass

- 1) keine bessere Hauptbrunnen als der Dombrunnen und der Malzmühlenquell ausfindig zu machen, und dass
- 2) diese in der That vorzüglich zu nennen sind.

Die bacteriologischen Untersuchungen

endlich, welche Dr. Haudring in diesem Jahre über eine Anzahl geschlossener und offener Brunnen Dorpats veröffentlicht hat, bieten auch für uns Hochinteressantes. Dieselben ergaben:

1) dass namentlich offene Brunnen, wahrscheinlich besonders bei Verunreinigung, die Vermehrung und Ausbildung der Bacterien auffallend begünstigen, indem das unreine stagnirende Wasser einen Nährboden für diese kleinsten Lebewesen bietet, (Grosser Markt Nr. 4 mit 1040, Sternstrasse Nr. 14 mit 1195, Gartenstrasse Nr. 2 mit 9058 Keimen im Cubikcentimeter.)

2) dass dagegen durch Metallrohre ausfliessende Rohrbrunnen ausserordentlich wenig Bacterien liefern, (Redlin Scharrenstrasse Nr. 3 mit 9 Keimen im Cubikcentimeter, botanischer Garten. Breitstrasse Nr. 22 mit 24 Keimen)

3) dass ebenso offen hervorsprudelndes Grundwasser sehr wenige Keime enthält (Malzmühlenquelle mit 34 Keimen).

Nach dem Urtheile von Autoritäten auf dem Gebiete der Bacteriologie sollen bis 300 Keime per Cubikcentimeter in gutem Trinkwasser vorkommen dürfen.

Ein directer Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung eines Wassers und seinem Bacteriengehalt soll nicht nachweisbar sein.

Wenden wir diese Resultate auf das Dombrunnenwasser an, so müssen wir annehmen, da das Wasser dort aus bedeutender Tiefe, wie wir sehen werden, auf 18 Fuss unter dem Grundwasserspiegel entnommen wird, können Bacterien in dasselbe nur hineingelangen und sich dort entwickeln, wenn das Wasser offen steht, verunreinigt wird und

stagnirt d. h. nicht gebraucht wird. Diesen Uebelständen kann bei starkem Verbrauch also leicht vorgebeugt werden.

In der That werden vom nächsten Jahre ab alle klinischen Institute aus diesem Brunnen, der 6 Cubikmeter Wasser hält, täglich bis 100 Cubikmeter entnehmen, so dass die Gefahr des Stagnirens nicht vorliegen dürfte.

Wenn wir aber uns ein städtisches Wasserwerk an dem Malzmühlenströme denken, so bleibt wirklich in bacteriologischer Hinsicht nichts zu wünschen übrig, wie wir das unter 3 wahrgenommen haben.

IV. Das Project des Domgrabenbrunnens und seine Ausführung.

Nachdem die dargelegten Untersuchungen soweit gediehen waren, dass die gegründete Aussicht vorlag, einen dauernd ergiebigen Brunnen für die Universität im Domgraben herstellen zu können, ging ich an die Ausführung der Probebrunnen. Der Erste derselben wurde mit Rücksicht auf die besonders von Wohnungen isolirte Lage desselben im Domgraben zwischen der Domwirthschaft und dem Kupfferschen Grundstücke angelegt. Wir arbeiteten durchweg im reinsten, feinen Sande und trafen bei $63\frac{2}{3}$ Fuss Tiefe am 28. October 1887 auf Wasser. Eine weitere Bohrung bis auf 15 Fuss unter Wasser ergab nur feinen Sandboden. Der Schacht war daher wasserarm und musste aufgegeben werden.

Unterdessen war ein ziemlich ergiebiger Brunnen in der botanischen Strasse auf dem Grundstücke Nr. 3/5 angelegt worden. Da derselbe nicht gar weit vom nördlichen Domthurm entfernt, dem Ufer des Domgrabenstromes aber sehr nahe liegt, so ermuthigte das einen zweiten Probeschacht

hinter dem Spielplatze unter der Domruine anzulegen, wo der Domgraben bereits viel tiefer liegt und ein Brunnen flacher ausfallen musste. Ausserdem musste eine eventuelle Leitung zum Hochreservoir von dort aus sehr kurz und billig werden. Dieser zweite Probeschacht erreichte am 13. November 1887 bei 49 Fuss Tiefe gleichfalls im feinen Sande das Wasser. Eine weitere Bohrung bis auf 10 Fuss unter Wasser ergab feinen Sand als Untergrund, und auch dieser Schacht musste aufgegeben werden.

Niedergeschlagen meldete ich das Resultat Sr. Magnificenz und fragte, ob ich noch mit Versuchen fortfahren sollte. Ich erhielt strenge Ordre weiter zu arbeiten, da die Universitätsinstitute, insbesondere die Kliniken, nicht auf das bacterienreiche, schlammige Embachwasser angewiesen bleiben könnten.

So ward der dritte Probeschacht, durch einen rothen Kreis auf Blatt I. kenntlich gemacht, der Stromrichtung nach zwischen dem frühern Domgrabenbrunnen, in welchem viel faules Holz und Schutt liegen soll, und den früheren Waschküchen und Stallanlagen der Domwirthschaft angefangen. Ein anderer Platz war nicht weiter wählbar, da nach der Quere des Domgrabenstromes auf der einen Seite der aufgegebene erste wasserarme Probeschacht liegt, auf der andern Seite der wahrscheinlich verseuchte alte Brunnen, und man darüber hinaus den weniger ergiebigen Sandpartien des Engelhardtschen und des Augenklinikbrunnens, sowie auch einem bewohnten Vorlande sich bedenklich genähert haben würde.

Der Erfolg war diesmal glänzend. Wir arbeiteten durchweg in grobem Kiese, der oft Steine von einem Cubikfuss und mehr Grösse enthielt, und trafen bereits am 7. December 1887 bei 63 Fuss Tiefe auf Wasser.

Ein Pumpversuch am 11. December ergab in 5 Stunden 460 Cubikfuss Wasser oder 92 Cubikfuss per Stunde. Das Wasser wurde chemisch untersucht und, wie Tabelle III zeigt, erwies es sich als vortrefflich.

Da es sich aber doch um einen folgenschweren Schritt bei Anlage eines Wasserwerks handelt, so sollte vor Inangriffnahme des definitiven Brunnenbaues noch ein Dauerpumpen vorgenommen werden. Der provisorische Brunnenkasten im Wasser war 2 Fuss 8 Zoll lang und breit, bei 4 Fuss 6 Zoll Tiefe. Das Pumpen begann am 15. December 1887 um 9 Uhr 17 Minuten früh und dauerte gleichmässig bis um 9 Uhr 17. Minuten früh am 19. December.

Es wurden in dieser Zeit 12094 Cubikfuss oder 125 Cubikfuss per Stunde entnommen. Der Wasserstand sank wenige Minuten nach dem Beginn des Pumpens um 16 Zoll und blieb dann constant. Erst als am 19. December um 9 Uhr 17 Minuten ein Parforcepumpen mit doppelter Mannschaft begann, sank der Wasserstand um weitere 8 Zoll d. h. 2 Fuss unter das Anfangsniveau und blieb dann bis 12 Uhr 17 Minuten stehen, worauf das Pumpen eingestellt und constatirt wurde, dass der Wasserspiegel binnen 20 Minuten den ursprünglichen Stand wieder einnahm. Man hatte in 3 Stunden 520 Cubikfuss Wasser d. h. per Stunde 173 Cubikfuss = 5 Cubikmeter oder $\frac{1}{2}$ Cubikfaschen mit einer gewöhnlichen Holzpumpe gehoben.

Das starke Sinken des Wasserspiegels erschien mir bedenklich und bewies die Nothwendigkeit den definitiven Brunnen schacht tiefer ins Grundwasser einzusenken, damit man auch mit Rücksicht auf das obenerwähnte, allgemeine Sinken des Grundwassers in längern Zeiträumen (3 Fuss in 15 Jahren) für viele Jahre hinaus vor Wassermangel gesichert sei.

Zugleich trat die Frage an uns heran, ob wir nicht statt eines Brunnens einen Bohrbrunnen anlegen sollten. Dieselbe wurde indessen verneint, weil die Erfahrungen an den Dorpater Bohrbrunnen bisher nicht günstig für eine grosse Wasserentnahme waren. Die Meisten derselben haben sehr an Ergiebigkeit verloren. So hat das Jamasche Bohrloch, das mit grossen Kosten hergestellt ist, zu fließen fast aufgehört, und der sonst vorzügliche Redlinsche Brunnen nähert sich diesem Stadium. Man hat zwar neuerdings grosse Fortschritte in der Brunnentechnik gemacht, indem man in die Bohrlöcher Siebfilter von grosser Oberfläche einsetzt, allein da diese Siebe einen sehr langen Cylinder von kleinem Durchmesser bilden, und das einströmende Wasser in der Nähe des obern Endes des Cylinders rascher durch das Sieb als weiter unten strömt, so liegt die Gefahr des allmäligen Versandens von oben nach unten dennoch vor, und das Umsetzen versandeter Filter ist immerhin eine schwierige, kostspielige und mitunter fragwürdige Sache. Da überdies der gemauerte Brunnen sich nicht theurer berechnete und keine schlechtern Resultate versprach als ein Bohrbrunnen, so wurde das sicherere erwählt und ein massiver Brunnen gesenkt.

Der Querschnitt des Brunnens von 12 □ Fuss ist so gewählt, dass bei Maximalentnahme von 360 Cubikfuss Wasser per Stunde oder $\frac{1}{10}$ Cubikfuss per eine Secunde die Maximal-Durchgangsgeschwindigkeit im Kiese der Sohle des Brunnens von 12 □-Fuss mit Rücksicht darauf, dass die freien Räume zwischen den Kieskörnern nach Obengesagtem mindestens $\frac{1}{4}$ des Kiesvolumens betragen, nicht grösser wird als $\frac{1}{120}$ Fuss oder 10 Millimeter. Da sich erfahrungsmässig in Wasser vertheilte Erde nach Redtenbacher erst bei 76, fetter Thon bei 152, Sand bei 305, Kies bei 609

Millimetern Geschwindigkeit in Bewegung setzt, so ist wohl mit grosser Sicherheit anzunehmen, dass an ein Versanden und Versiegen des Dombrunnens in bestem Kiesboden in absehbarer Zeit nicht zu denken ist.

Interessiren mag es noch den Einen oder Andern, dass der Brunnen des starken Erddrucks und der bedeutenden Reibung im Kiese wegen nicht von oben an gesenkt wurde, sondern, weil in Dorpat mehre Fälle vorgekommen sind, dass Senkbrunnen im Kiese sitzen blieben, und ohne Gefahr des Zusammenstürzens nicht weitergebracht werden konnten, in einem Holzschacht, welcher bis zum Grundwasser hinabreichte, so hoch frei aufgemauert wurde, dass der gemauerte Brunnencylinder stets leicht und willig beim Ausbaggern des Kienes mit dem Sackbohrer nachsank. Bei dieser Einrichtung war ich in der günstigen Lage eventuell die ungeheure Last des 80 Fuss hohen Cylinders dazu zu verwenden, um denselben blos 18 Fuss tief in die Erde zu senken.

Bei so geringer Reibung und so grossem Drucke ging denn auch die Arbeit vollkommen programmässig ohne jede Schwierigkeit zu Ende.

Jedoch ehe dieselbe begonnen wurde, musste noch die Frage, wie tief der Brunnen zu senken sei, erledigt werden. Zu diesem Behufe trieben wir ein Futterrohr von 18 Fuss Länge in den Probeschacht, und löffelten dasselbe aus. Es ergab sich dabei, dass von 5 bis 14 Fuss unter Wasser eine Schicht sehr feinen Sandes zu durchbrechen war, worauf dann schönster, grobkörniger Kies bis auf 18 Fuss und weiter hinab folgte. Durch das Durchbohren gedachter Schicht feinen Sandes konnte das mehr verunreinigte Oberflächenwasser besser abgehalten werden, und bei dem groben Kiese unterhalb derselben war anzunehmen, dass

reichlicher und gleichmässiger Wasser zufließen werde, als in dem flachen Probeschachte. Als der definitive Brunnen schacht fertig gestellt war, wurden 2 gute Holzpumpen eingestellt und es wurden von 16 Mann in Gegenwart der Vertreter des Directoriums in der Stunde 300 Cubikfuss oder $\frac{7}{8}$ Cubikfuss Wasser gehoben, wobei der Wasserspiegel binnen 4 Minuten um 4 Zoll sank, dann stehen blieb und 4 Minuten nach Schluss der Arbeit wieder das alte Niveau einnahm. Ein günstigeres Resultat konnte kaum erzielt werden, und das Directorium beschloss darauf sofort die Errichtung des Universitätswasserwerkes.*)

Im Jahre 1889 soll nun auf dem nördlichen Domthurme ein Hochreservoir erbaut werden, und mit allen Universitäts-Instituten auf und am Domberge durch Leitungen verbunden werden, womit unter gleichzeitiger Canalisirung derselben die Arbeiten für das Universitätswasserwerk ihren Abschluss finden werden.

Die hohe Lage des Reservoirs gestattet es das Wasser bis in die höchsten Räume der Universitätsinstitute und selbst über deren Dächer wegzuleiten, was für den Fall von Feuersgefahr sehr günstig ist, auch vielfältig gestattet kleine Wassermotoren und Wasserstrahlpumpen etc für wissenschaftliche Arbeiten in Thätigkeit zu setzen.

*) Vor Drucklegung dieser Abhandlung im October 1888 wurde das Universitätswasserwerk vom Directorium in Empfang genommen und in Betrieb gesetzt. Ein vierpferdiger Gasmotor mit Brunnenpumpen versorgt bereits die Klinik und Barracke mit schönem krystallklarem, kühlem Trinkwasser, und 6 Minuten nach Beginn des Pumpens bei Entnahme von 360 Cubikfuss per Stunde sinkt der Brunnenpiegel jedes mal um 6 Zoll, um sich nach dem Aufhören eben so rasch wieder um 6 Zoll zu heben. Bis zum November war ein Fallen oder Steigen des Grundwassers nicht zu constatiren. Man sieht, auch hier wächst der Ueberdruck des Wassers fast genau proportional dem Quadrat der Zuflussgeschwindigkeit, denn $\frac{300}{360}$ oder $\frac{5}{6}$, ins Quadrat erhoben, ergiebt $\frac{25}{36}$ = sehr annähernd $\frac{1}{2}$. — Erst von 3. Nov. bis zum 20. Dec. wurde ein Steigen des Brunnenniveaus um 1 Zoll beobachtet

V. Project der Wasserversorgung der Stadt Dorpat.

Es kann hier meine Aufgabe nicht sein ein detaillirtes Project aufzustellen, wohl aber fordern die Umstände dazu auf, dasselbe in rohen Umrissen anzudeuten.

Hierbei würden folgende Fragen getrennt zu behandeln sein:

- 1) die Brunnenanlage,
- 2) die Pumpstation,
- 3) das Hochreservoir,
- 4) die Wasserleitung,
- 5) der Betrieb des Wasserwerks.

1) Die Brunnenanlage.

Es handelt sich hierbei zunächst um die Lage der Wasserentnahmestelle. Dass dieselbe unbedingt in die Haupt-Stromrichtung des Malzmühlensflusses fallen muss, ist nach dem Früheren selbstverständlich, fraglich aber erscheint es, ob man das Wasser besser (*a*) in der Mitte oder (*b*) am obern Rande des Malzmühlenteiches oder (*c*) am Fusse der Ressourcenterrasse fassen soll. Ebenso ist es zunächst noch fraglich, wo auf diesen 3 Parallelen, welche die Stromrichtung rechtwinklig kreuzen, im Untergrunde die grössten Kieslager d. h. die ergiebigsten Wasserfilter liegen. Auch die Tiefe, in welcher das Wasser gefasst werden soll, ist zunächst noch ungewiss. Dagegen kann wohl nach allem fröhergesagten bei dieser dafür ausserordentlich günstigen Lage kein Zweifel bestehen, dass es sich hier nur um Schachtbrunnenanlagen, keine Bohrbrunnen, handeln kann, welche Letzteren auch kaum eine Massenentnahme möglich machen würden. In der That werden die Brunnenschachte hier nur die geringe Tiefe von 15 bis 20 Fuss, höchstens

zum Embachspiegel hinab reichend, erhalten müssen, so dass sie verhältnissmässig billig ausfallen werden.

Was die genaue Lage der Brunnenschachte anlangt, so wäre etwa durch 3 Bohrlöcher von 15 Fuss Tiefe auf jeder der 3 Linien *a*, *b* und *c* zu constatiren, wo der grösste Kies unter dem Wasserspiegel sich findet. Dorthin würde man dann wohl mehre Schachtbrunnen setzen, da das Wasser leichter von mehren Punkten aus angesogen werden kann, als in einem einzigen Brunnen.

Falls in den Querschnitten *a*, *b*, *c* sich gleichgrob Kies und gleichgutes Wasser befindet, würde man wohl am zweckmässigsten sämmtliche Brunnen dicht an den Fuss der Terrasse der Ressource rücken, weil unbedingt auf diese das Hochreservoir zu setzen ist, da hierbei die Länge des Druckrohres zum Reservoir am geringsten ausfällt, wobei die Kosten der Anlage und des Betriebes (in Hinsicht auf Reibungswiderstände) auf das Minimum reducirt werden. Um einen Ueberblick der Kosten und der Ausdehnung dieser Brunnenanlage zu geben, jedenfalls auch sichere Anhaltspunkte zu schaffen, setze ich Nachstehendes her:

Grewingk beschreibt in seiner Geologie das Bohrloch am Malzmühlenteiche. Dasselbst liegen 4 Fuss Dammerde und dann etwas Wiesenmergel, worauf bis zum Embachspiegel d. h. bis auf 18 Fuss Tiefe, und tiefer hinab, Sand folgt. In solchem Sande steht ein Brunnenschacht am Malzmühlenteiche, dessen Niveau, nachdem ein Fuss Wasser abgeschöpft war, per Minute um zwei Zoll stieg. Da dieser Schacht offenbar nicht im groben Kies steht, den wir erst suchen, können wir wohl als sicher annehmen, dass im Kiese das Wasser rascher und zwar um 6 Zoll per Minute unter sonst gleichen Umständen steigen wird, ähnlich wie im Dombrunnen, wo das Steigen des Wasserspiegels bei

6 Zoll Niveausenkung, wie wir sahen, 2 1/2 Mm. per Secunde, oder 6 Zoll per Minute beträgt.

Sollen bei 6 Zoll Geschwindigkeit, um reichlich zu rechnen, 144 Cubikfaschen oder 12 Cubikfaschen per Stunde entnommen werden, so muss der Querschnitt $\frac{12 \times 34^3}{60 \times \frac{1}{2}} = 137$ Quadratfuss gross werden. Denselben könnte man reichlich herstellen durch Anlage von 4 Brunnen von 21 Fuss Schachthöhe bei 7 Fuss Durchmesser, da $\frac{4 \times 7^2 \cdot \pi}{4} = 156 \square$ Fuss beträgt.

Ich glaube zwar sicher zu sein, dass man mit 3 solchen Brunnen, entsprechend dem ungeheuern Wasserandrang des Dombrunnens, bei etwas grösserer Senkung des Niveaus auskommen wird, will aber doch lieber reichlicher rechnen, also 4 Brunnen annehmen. Dann würden die Kosten der Brunnenanlagen im Ganzen betragen

1) für 3 x 3 = 9 Probebohrungen in dreizolligen Futterrohren bis 15, eventuell 18 Fuss unter Wasser à 60 Rbl. 540 Rbl.

Anmerkung. Wenn man Glück hat, kann man mit 3 Bohrlöchern also 180 Rbl. auskommen.

2) für 4 Brunnen von 14 Fuss Wassertiefe bei 7 Fuss Durchmesser und einem Ziegelstärke in Cementmörtel und Aussenputz in Cement, gusseisernem Schmiedekranz, drei Holzkränzen, Schrauben von 8 Fuss Länge und mit 7 Fuss hoher Aufmauerung von 1 3/4 Fuss Dicke in Feldsteinen und Cementmörtel nebst Gewölbe und Dach à 850 Rbl. 3400 Rbl.

Anmerkung: Wahrscheinlich kann man mit 3 ja sogar 2 Brunnen auskommen.

Summa 3940 Rbl.

oder rund 2000 Rbl. bis 4000 Rbl.

2. Die Pumpstation.

Da man im Voraus sagen kann, dass die Anlage des Hochreservoirs, dessen Niveau ich 180 Fuss über dem Embach oder 160 Fuss = 48 Meter über dem Brunneniveau anlegen würde (d. h. so hoch wie das Universitätsreservoir auf dem Dom), recht theuer ausfallen wird, so erscheint es zweckmässig, um das Reservoir kleiner anlegen zu können, die Pumpstation mit so kräftigen Motoren auszustatten, das diese in 8 Stunden den Tagesbedarf heben können. Im Uebrigen aber sollen für den Fall von Reparaturen und Störungen im Betriebe 2 Motoren und 2 Pumpen abwechselnd arbeiten können.

Auch den Wasserbedarf greifen wir nach dem Gesagten hoch, und zwar zu 144 Cubikfaschen per Tag. Dann muss jeder Motor, blos 8 Stunden arbeitend, bei 3 Metern Leitungswiderständen und 80 % Nutzeffect der Pumpen, erhalten:

$$\frac{1440000}{75 \times 60 \times 60 \times 8} \times 51 \text{ Meter} \times 1,25 = 42,5 \text{ Pferdekräfte.}$$

Die beiden Pumpen, die je 18 Cubikfaschen = 180 Cubikmeter per Stunde fördern müssen, dürften mit Aufstellung komplett kosten:

à Stück S.-Rbl.	7500 — 15,000
2 Gasmotoren von 40 Pferdekräften à S.-Rbl.	10,000 — 20,000
1 Schuppen dazu 60 Fuss x 30 Fuss x 12	
Fuss hoch = 1800 □-Fuss à 1 Rbl. 66	3,000
	S.-Rbl. 38,000

Auch hier wäre es vielleicht denkbar zunächst mit der halben Anlage auszukommen, da diese grossen Maschinen nur geringen und meist leicht zu vermeidenden Reparaturen unterliegen.

3. Das Hochreservoir

kann, wie erwähnt, am Besten auf der Terrasse des Ressourcengartens, die 66 Fuss = 20 Meter über dem Embach liegt, Platz finden, etwa dort, wo jetzt der runde Pavillon steht.

Wir haben angenommen das Maximalniveau des Hochreservoirs liege 180 Fuss über dem Embachspiegel.

Da die Entnahme von etwa 2/3 des Tagesconsums an Wasser in der Zeit von 6 Uhr früh bis 2 Uhr Mittags, d. h. in 8 Stunden, geschehen dürfte, und unsere Motoren in dieser Zeit den ganzen Maximal-Tagesconsum liefern können, so braucht man das Hochreservoir nur als Druckregulator, nicht als Vorrathsreservoir, und es dürfte genügen, wenn unser Reservoir 1/10 des Tagesconsums = 144 Cubikmeter fasst, wobei, wenn ein cylindrisches Eisenreservoir von 5 Meter Höhe zur Verwendung kommt, der Durchmesser 6 Meter halten müsste. Dann würde der Unterbau des Thurmes bis zum Reservoir 54 - (20 + 5) = 29 Meter oder 97 Fuss und der ganze Thurm bis zum Dachgesimse etwa 120 Fuss hoch ausfallen.

Einen solchen Thurm könnte man nach rohem Ueberschlage mit allem Zubehör in Rohbau ausführen für S.-Rbl 25,000 ein Reservoir von 20 Fuss Durchmesser und 18 Fuss Höhe sammt Aufstellung, schmiedeeisernen Trägern, Compensationsstück, Ueberreich etc. dazu für 8,000

Hochreservoir = S.-Rbl. 33,000

4. Wasserleitung.

Für die Druckrohrleitung gilt, dass die Geschwindigkeit des Wassers nicht über 0,6 Meter = 2 Fuss steigen soll. Da 180 Cubikmeter in einer Stunde gefördert wer-

den sollen, so müssen die Rohre zum Reservoir hin einen Durchmesser $d = \sqrt{\frac{4 \times 180}{0.6 \times 3600 \pi}} = 0,325 \text{ Meter} = 13 \text{ Zoll}$ erhalten. Mithin genügen wohl 12 Zoll, da man nur 12- und 14-zollige Röhren zu giessen pflegt, und die Länge der Leitung sehr kurz ausfallen dürfte.

Es wären zum Hochreservoir vom Fuss der Terrasse im Ressourcengarten bis zum Reservoir zu verlegen: circa 500 Fuss oder eventuell vom Malzmühlenteiche an circa 1000 Fuss.

- a) Diese Hauptrohrleitung zum Hochreservoir von 12 Zoll Durchmesser und 500 Fuss Länge würde kosten, einschliesslich des Dichtens, Legens und der Erdarbeit à circa 8 Rubel 4,000 Rbl.
 - b) Die Stadtleitung bei vollem Betriebe dürfte auf circa 30 Werst Strassenlänge anwachsen, und ich will annehmen, das ganze Netz bestehe aus: 1200 Fuss 12 Zoll weiten Röhren von der Brunnenanlage bis zur Langstrasse à 6 Rbl. 7,200 „
 - 3500 Fuss 10 Zoll weiten Röhren von der Langstrasse über die Steinbrücke zum Rathhause à 5 Rbl. 17,500 „
 - 3500 Fuss 6 Zoll weiten Röhren vom grossen Markt zum Rigaschen Berge à 3 Rbl. 10,500 „
 - 14,000 Fuss 4 Zoll weiten Röhren à 2 Rbl. 40 Cop. 33,600 „
 - 17500 Fuss 3 Zoll weiten Röhren à 1 Rbl. 80 Cop. 31,500 „
 - 66,500 Fuss 2 Zoll weiten Röhren à 1 Rbl. 20 Cop. 79,800 „
-
- 106,200 lfd. Fuss = 30 1/3 Werst Summa 184,100 Rbl.

Hiernach würden die Gesamtkosten des eigentlichen Wasserwerks mit der Stadtleitung betragen:

1) für die Brunnenanlage (2000 bis)	4000 Rbl.
2) „ „ Pumpstation (19,000 bis)	38,000 „
3) „ das Hochreservoir	33,000 „
4) „ die Wasserleitung zum Reservoir	184,100 „
im Ganzen also	(238,100 bis) 259,100 Rbl.

5. Der Betrieb des Dorpater Wasserwerks.

So leicht sich die Uebersicht eines vollen Betriebes in einigen Zahlen skizziren lässt, so schwierig ist es das Werden und Wachsen ähnlicher Betriebe annähernd auch nur zu errathen.

Ich begnüge mich hier damit ein Bild des vollen Betriebes zu geben, und muss es der Communalverwaltung überlassen bei einer etwaigen Anlage eines Wasserwerks so vorzugehen, dass das Aufgebot an Capital mit dem Wasserverbrauch und den Einnahmen im Verhältniss bleibt.

Die Jahreskosten dürften etwa betragen:

1) für Gas bei Arbeit mit Motoren von 40 Pferdekräften während 8 Stunden am Tage in 365 Tagen $40 \times 8 \times 365 = 116,800$ Pferdestunden à 8 Cop. S.-R.	9344
2) für Maschinenschmiere und Oel	600
3) für Bedienung	2400
4) für Reparatur und Abnutzung der:	
a. Maschinen 10% von 43,000 R.	4300
b. Gebäude und Brunnen 3% von 32,000 R. „	960
c. Wasserleitung 3% von 184,000 R.	5520
5) für Leitung und Comptoir	4000
6) 6% Zinsen vom Capital = 259,100	15,546
Jahresunkosten S.-Rbl.	42,670

Da hierbei täglich 1440 Cubikmeter Wasser geliefert werden könnten, oder im Jahr $365 \times 1440 = 525,600$ Cubikmeter, oder 52,560 Cubikfaschen, so würde der Cubikfaschen Wasser kosten $= \frac{42670}{52560}$ Rbl. oder rund 80 Cop. Mithin würde ein Cubikmeter 8 Cop. und ein Cubikfuss $\frac{8}{35} = \frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Cop. kosten.

Wenn man in Dorpat sich Embachwasser in Tonnen anfahren lässt, so zahlt man für eine grosse Tonne, welche $\frac{1}{20}$ Cubikfaschen oder circa 17 Cubikfuss enthält, 20 Cop. Bisher kostet also das Embachwasser 4 Rbl. per Cubikfaschen. Mithin würde ein Wasserwerk, abgesehen von dem ungeheuren Vortheil bei Feuersbrünsten überall sofort und viel Wasser zur Stelle zu haben, das Wasser in bester Qualität und etwa 5 mal billiger liefern können, als man dasselbe bisher sich verschaffen kann. Ich mache übrigens darauf aufmerksam, dass eine Controlle der gebotenen Zahlen durch eingehende Veranschläge, die viel Zeit und Mühe erfordern, durchaus geboten ist, und dass dabei gegen meine Veranschlagungen im Rohen gewiss grosse Ersparnisse möglich sein werden.

Zu bemerken ist hier noch, dass es keine grossen Schwierigkeiten machen würde die Wasserleitung bei der hölzernen oder steinernen Brücke über den Embach zu führen, da dieselbe im Winter bei Frostwetter mit Gas beheizt werden könnte. Es ist hier nicht der Ort weiter auf alle Details des ganzen Wasserleitungs-Projectes einzugehen, da ja von vornherein nur die Möglichkeit einer guten Wasserversorgung Dorpats nachgewiesen werden sollte. Diese Aufgabe ist hiermit gelöst, und ich könnte also schliessen.

Allein ich halte es noch für meine Pflicht, nachdem durch die erwähnte Auffindung der unterirdischen Fluss-

betten und die ganze Behandlung dieser Angelegenheit mehr Klarheit über die Naturschätze Dorpats verbreitet worden ist, die Communalverwaltung darauf aufmerksam zu machen, dass durch Constatirung einerseits des reichlichen Vorhandenseins von gutem Wasser, und andererseits von ungeheuren und vorzüglichen Kieslagern, die Möglichkeit geboten ist, zwei grosse städtische Misstände gründlich zu beseitigen, ich meine einerseits die zum Theil äusserst gesundheitsschädlichen Rinnstein-, Canalisations-, Stall- und Abfallgruben-Anlagen, und andererseits die traurige Beschaffenheit des Dorpater Strassenpflasters.

Was die Rinnstein-, Canalisations-, Stall- und Gruben-Anlagen anlangt, so ist ja bekannt, dass diese nirgends ohne Zuhülfenahme der Wasserleitung und künstlichen Spülung menschenwürdig in Stand gesetzt werden können, was aber das Strassenpflaster Dorpats betrifft, so ist der Zustand desselben und seine äusserst geringe Dauerhaftigkeit männiglich bekannt, und können beide wohl von niemand gelobt werden. Diesen Zustand begünstigt aber nichts so sehr als der Mangel, oder was dasselbe ist, der hohe Preis des Kieses.

Wenn eine städtische Strasse nicht ein Kiesfundament von einem Fuss Dicke erhält, so kann das Pflaster niemals halten, am wenigsten auf Dorpats zum Theil lehmigen Bergen und zum grössten Theil sumpfigen Thalstrassen.

Es handelt sich daher für die Stadt vor Allem, soll das Pflaster besser werden, um billige Kiesbeschaffung, und diese ist heute möglich.

Werfen wir nochmals einen Blick auf Blatt I, so übersehen wir mit einem Schlage die ganze Situation. Vom Bahnhof hinab unter dem Domberge durch zur Holzbrücke und von da zur Petrikerche hinauf liegen nicht blos die

schönsten und reichhaltigsten Quellen Dorpats, sondern auch fast unermessliche Kieslager. Würden diese Stadtgegenden dicht bebaut sein, so wäre die Ausbeute an Kies undenkbar, aber dem ist nicht so.

Auf dem rechten Ufer können noch bedeutende Grundstücke eventuell von der Stadt erstanden werden, nämlich an der Mühlenstrasse die Bradkeschen und Köhlerschen Besitzungen, und an der Revaler und Petersburger Strasse besonders das Ressourcen Grundstück. Das wären etwa 4000 □Saschen auf der einen Seite und 5000 □Saschen auf der andern Seite des Flusses. Eine Abtragung und Ausnutzung des Kieses würde an beiden Orten nicht schaden. Man beachte nur, dass die Abtragung an der einen Seite der Petersburger Strasse gegenüber dem Ressourcen-garten bereits geschehen ist, und wenn an der einen Seite der Mühlenstrasse ein Thal entstehen würde, so wäre der Abhang desselben bei Bepflanzung nicht weniger malerisch als der Domgraben. In Bezug auf dieses Terrain ist noch hervorzuheben, dass auch die Universität in die Lage kommen könnte, das Domwirthschaftsgrundstück um des Kieses willen allmählig tiefer zu legen, so dass von da aus in dem dann durchweg tiefer liegenden Stadttheile eine directere, sehr bequeme Strasse zum Bahnhof entstehen könnte.

Endlich liegen hier zugleich die schönsten und ergiebigsten Brunnen und es könnte die Zeit kommen, in der die Stadt das Wasser derselben bei stärkerem Anwachsen der Bevölkerung bedürfen wird.

Wie gross der Gewinn aus den erwähnten Kieslagern für die Stadt und deren Strassenpflaster werden kann, ist leicht zu übersehen.

Vor wenigen Jahren erhielt man z. B. in Pernau den

Cubikaschen Kies zu 5 bis 7 Rubel aus städtischen Gruben. Da beschloss die Stadt 5 Rbl. vom Cubikaschen an Grundgeld zu erheben, und nun kostet der Mauerkes dort 10 bis 12 Rbl. In Dorpat zahlen wir genau dasselbe.

Wenn nun die Stadt Dorpat jene genannten Grundstücke ankauft, was voraussichtlich in nächster Zeit zu mässigen Preisen noch möglich wäre, so würden dieselben in Zukunft kaum etwas von ihrem Werthe verlieren, wenn in richtiger Weise von jenen 9000 □ Saschen die halbe Fläche etwa 4 Faden tief abgegraben würde. Dabei könnten circa 18.000 Cubikaschen schönsten Mauer- und Pflasterkieses gewonnen werden und die Stadt würde durch die Ersparnisse sowohl an Transport, wie auch bei eventuellem Verkauf von Kies reichlich 5 Rbl. per Cubikaschen d. h. im Ganzen etwa 90000 Rbl. gewinnen. Ich weiss so manchen Bauunternehmer, der in aller Stille dies Exempel schon mehrmals gemacht hat, und, im Besitz der nöthigen Mittel, dies Geschäft, ohne sich zu besinnen, machen würde.

Und damit will ich schliessen, da ich Ihre Aufmerksamkeit ohnehin schon zu lange in Anspruch nahm.

Ich kann aber nicht umhin, eingedenk der Energie und Ausdauer mit welcher unser hochverehrter Herr Rec-tor Alexander Schmidt das Dombrunnenunternehmen gefördert hat, und der jahrelangen nicht hoch genug zu schätzenden Arbeiten unseres allverehrten Professors Carl Schmidt, die Bitte an Sie zu richten, nach Ersterem den Domgrabenstrom in Zukunft Alexanderstrom, nach Letz-terem den Malzmühlenstrom den Carlstrom zu nennen.



Tabelle I.
Uebersicht bekannter Brunnen in Dorpat.

Hausnummer.	Strassen und Hausbesitzer.	Tiefe in Fussen.				Ergiebigkeit.	Hausnummer.	Strassen und Hausbesitzer.	Tiefe in Fussen.				Ergiebigkeit.
		Devonischer Sandstein.	Sand und feiner Kies.	Grober Kies.	Wiesenkalk, Torf etc.				Devonischer Sandstein.	Sand und feiner Kies.	Grober Kies.	Wiesenkalk, Torf etc.	
I. Stadttheil.						Techelfer-Strasse:							
Botanische Strasse:						3 von Bock							
2	Scholfin 1882	—	42	—	—	26	Schabert	70	—	—	—	gering.	
2	desgl. 1887	48	—	—	—			6	—	—	—	do.	
5	Baertels	—	—	24	—	Domgrund:							
Breitstrasse:						— Alter stein. Brunnen							
18	v. Knorring	—	—	—	23	—	Alter Holzbrunnen im Domgraben	—	82	—	—	gering.	
Jacobstrasse:						— Neuer Steinbrunnen							
6	Bröcker	—	—	25	—	—	Domwirthschaft	—	—	64	—	} sehr grs.	
14	Johannow	—	24	—	—	—	1. Probeschacht	—	—	63	—		
25	Zur-Mühlen	70	—	—	—	—	2. Probeschacht	—	—	91	—	gering.	
42	Reissner	63	—	—	—	II. Stadttheil.							
44	von Bock	70	—	—	—	Garten-Strasse:							
	Kathol. Kirche	77	—	—	—	4 Middendorf							
Johannis-Strasse:						8 Liebisch							
12	Musso	—	16	—	—	12	Schmidt	28	—	—	—	mässig.	
18	Academ. Musse	—	18	—	—	18	Minding	56	—	—	—	do.	
22	Nolcken	—	—	—	7	22	von Wahl	63	—	—	—	do.	
26	Kreis-Gefängniss	—	—	—	21	24	von Anrep	63	—	—	—	do.	
Lehm-Strasse:						Marienhof-Strasse:							
2	v. Reutz	—	90	—	—	1 Augenklinik							
Magazin-Strasse:						3 Bradke							
3	Kollmann	—	—	—	28	5	Reissner	—	91	—	—	gering.	
8	Rathke	—	—	—	28	14	Kügelgen	—	—	91	—	sehr grs.	
Mühlen-Strasse:						18 Fischer							
3	Bruttan	91	—	—	—	20	Teas	—	—	84	—	} sehr grs.	
3a	Peterson	91	—	—	—	22	Spiel	—	—	84	—		
4	Freymann	91	—	—	—	Peppler-Strasse:							
6	v. Götte	91	—	—	—	1 Kelterborn							
7	Hermannson	63	—	—	—	2 von Wahl							
10	Schröder	49	—	—	—	11 Vorschule							
14	Kügelgen	91	—	—	—	13 Blumberg							
15	Zeddelmann	—	91	—	—	17 Henningson							
16	Stavenhagen	—	90	—	—	19 von Villebois							
19	Wenzel	—	86	—	—	Stern-Strasse:							
22	Köhler	—	—	87	—	— Estonia (Carlowa)							
23	Berent	—	84	—	—	Teich-Strasse:							
Quappen-Strasse:						1 von Oettingen							
1	Manege	—	19	—	—	5 von Oettingen							
Schloss-Strasse:						6 Zur-Mühlen							
3	Oeconom. Societät	—	32	—	—	13 von Moller							
20	Armen-Schule	—	56	—	—	23 Dankmann							
		—	—	—	—	26 Braun							

Nivellierte Punkte.	Fusse über Pegel		Nivellierte Punkte.	Fusse über Pegel		
	laut Mesung.	laut Gen.-Niv.		laut Mesung.	laut Gen.-Niv.	
Spiegel der Stauung daselbst . . .	31	—	Untere Marke daselbst . . .	69 ⁹ / ₁₂	—	
Fundament des Jama-Kruges . . .	33 ¹ / ₃	33 ¹ / ₃	Einfahrt zum Viehstall . . .	67	—	
Bohrbrunnenspiegel vormals . . .	45 ² / ₃	—	Seespiegel in Rathshof . . .	57 ⁶ / ₁₂	—	
Jama-Höhen bei der Stauung . . .	50—60	—	Blitzableiter-Brunnen daselb. ca.	21	—	
3 Werst von Dorpat . . .	—	55	Unterste Stufe der Hauptt. dort	95 ⁷ / ₁₂	—	
4 " " " Annenhof-Krug . . .	—	97	Spiegel des Bohrbrunnens dort	48 ⁶ / ₁₂	—	
5 Werst von Dorpat . . .	—	87	Spiegel des offenen Brunnens im Hinterhof in der Fabrik . . .	77 ⁷ / ₁₂	—	
6 " " " " . . .	—	77	Einfahrt zum Wirtschaftshof . . .	100	—	
9 " " " Bachspieg. Weiter nach Lunia zu . . .	—	22	3 ⁶ / ₇ Werst von Dorpat . . .	—	93	
Embach bei Caster unter Pegel . . .	—	25	4 " " " " . . .	—	87	
		-4	4 ¹ / ₇ " " " " . . .	—	96	
			5 ⁶ / ₇ " " " Soppakokrug . . .	—	83	
II. Linie: Malzmühlteich — Rathshof — Soppako — Lubja.			Brunnenspiegel beim Ansiedler dort ca.	69	—	
Malzmühlenteichspiegel (Quell.)	15 ⁶ / ₁₂	—	7 Werst von Dorpat . . .	—	102	
Irrenhausbrunnen im Thal (Sp.)	15 ⁶ / ₁₂	—	7 ¹ / ₂ " Geröllgrube (Körweküll) Abweg nach Mollatz . . .	—	156	
Barrieren Oberkant b. d. Mühle	20	—	8 Werst von Dorpat . . .	—	159	
Revalsche Strasse beim Teich . . .	27 ⁶ / ₁₂	—	9 " " " " . . .	—	102	
Brunnenrand i. Ressourcengarten	19	—	9 ¹ / ₂ " Kilgikrug (Weg nach Wesnershof . . .	—	106	
Brunnenspiegel daselbst . . .	17 ³ / ₁₂	—	10 ¹ / ₂ Werst Lubja-Stauung (Amme . . .	—	29	
Ressourcenterrasse (Flussseite).	66	—	11 Werst Kilgi-See Spiegel . . .	—	28	
Verandadieles dort (Flussseite) . . .	67 ¹ / ₁₂	—	12 ¹ / ₂ " Wagwere-Dorf . . .	—	82	
Trottoir bei Pfosten 13 v. d. Ecke	64 ³ / ₁₂	—	14 " Predikrug . . .	—	52	
Ca. 1 ¹ / ₁₀ Werst von der Station						
Trottoir an der Ressourcen-Ecke . . .	63 ⁷ / ₁₂	64 ³ / ₁₂	III. Linie: Rathshof — Wahi Sallasee — Nusti.			
Querprofil in der Allee-Strasse:	Elementarschulbrunnenspiegel Nr. 28 . . .	17 ⁷ / ₁₂	—	Eckfensterbrüstung am Abweg nach Wahi . . .	68 ⁷ / ₁₂	—
	Eltz'scher-Brunnenspiegel Nr. 26 . . .	17 ⁶ / ₁₂	—	1 ¹ / ₂ Werst von Rathshof Kubja Brunnenspiegel . . .	47 ¹⁰ / ₁₂	—
	Petri-Pastorat Brunnenspiegel Nr. 24 . . .	17 ⁴ / ₁₂	—	1 ¹ / ₂ Werst von Rathshof Terrain bei Kubja . . .	61	—
	Schwarz'scher Brunnenspiegel Nr. 22 a . . .	17 ⁸ / ₁₂	—	2 Werst von Rathshof, Wahi-Canal-Sohle . . .	45 ¹⁹ / ₁₂	—
	Stern'scher Brunnenspiegel Nr. 22 . . .	17 ⁸ / ₁₂	—	2 Werst von Rathshof, Wahi-Teichspiegel . . .	45 ⁸ / ₁₂	—
	Schröder'scher Brunnenspiegel Nr. 18 . . .	17 ¹ / ₁₂	—	2 Werst von Rathshof, Wahi-Brunnenspiegel . . .	45 ⁸ / ₁₂	—
	Terrain b. Eltz's Brunnen . . .	66	—	2 Werst von Rathshof, Terrain daselbst ca. . . .	56	—
	Unterste Stufe der Bude hinter Eltz Peterburger-Str. Nr. 71 . . .	68 ¹ / ₁₂	—	3 ¹ / ₂ Werst von Rathshof, Höhenrücken ca. . . .	63	—
	Petristrassenkreuzung . . .	70	—	3 ¹ / ₂ Werst Rojasildecanalspiegel . . .	47 ⁷ / ₁₂	—
	Kirchhofswegkreuzung . . .	77	—	3 ¹ / ₂ " Rojasildecanalsohle . . .	46 ⁴ / ₁₂	—
Holzwindmühle Rathshofs Terrain beim Brunnen . . .	78 ⁷ / ₁₂	77 Str.	3 ¹ / ₂ " Terrain daselbst . . .	48 ⁷ / ₁₂	—	
Brunnenspiegel daselbst . . .	18 ⁷ / ₁₂	—	4 " Salla-Scespiegel . . .	49 ¹¹ / ₁₂	—	
Fensterbrüstung am Abweg n. Wahi . . .	68 ⁷ / ₁₂	—	Sohle des Sallasee's nach Was-sula hin	20	—	
Viehstallbrunnen-Spiegel in Rathshof	21 ⁷ / ₁₂	—				
Terrain daselbst	67 ⁷ / ₁₂	—				
Obere Marke an der Schuppen-thür	70	—				

Nivellierte Punkte.	Fusse über Pegel		Nivellierte Punkte.	Fusse über Pegel	
	laut Mesung.	laut Gen.-Niv.		laut Mesung.	laut Gen.-Niv.
Sohle des Sallasee's in der Mitte	14	—	5 Werst von Dorpat	—	52
Sohle des Sallasees nach Wahi zu unter Embachpegel . . .	4	—	5 ¹ / ₂ " " " "	—	30
4 ¹ / ₂ Werst v. Rathshof Buschwächter am See ca.	62	—	6 " " " "	—	46
Nusti-Terrain am andern Seeufer ca.	76	—	7 " " " " Marramakraug	—	51
Nusti Brunnenspiegel ca. . . .	55	—	9 Werst von Dorpat Rojasildebachspiegel	—	29
Rojasildebachspiegel an d. Rev.Str.	—	29	9 ¹ / ₂ Werst v. Dorpat Wassulakraug	—	41
			10 " " " Ammespiegel	—	13
V. Linie: Revalsche Strasse von der Ressource bis zur Amme.			IV. Linie Kilgi-Kobrattokrug.		
1 ¹ / ₁₀ Werst von der Pferdepotecke des Ressourcengartens, Terrain	—	64 ³ / ₁₂	Kilgikrug	—	106
2 ² / ₃ Werst Schramm, Aleestr. Nr. 5	—	79	10 Werst von Dorpat	—	89
3 Werst von Dorpat	—	74	11 " " " " Kobrattokrug	—	93
4 " " " "	—	45	11 ⁶ / ₇ " " " "	—	40
			12 Werst v. Dorpat Ammespiegel	—	20
			13 " " " "	—	94

Anmerkung. Die vorliegenden Tabellen führen alle wichtigeren Gefällbrüche der nivellirten Linien auf, so dass in der Natur keine tiefern oder höhern Punkte vorkommen, als in diesen Tabellen.

T a b e l

A. Chemische Zusammensetzung verschiedener

1 C.-Meter = 1,000,000 Gr. Wasser enthielten Gramme:	B o h r -		
	Rathshof nach Nass.	Veteri- nair-In- stitut 1861.	Frohriep 1869.
Entnommen am	1884.	27. Aug.	20. April.
Kalium K	12.18	4.67	4.55
Natrium Na	36.55	4.28	3.25
Ammonium NH ₄	1.46	0.51	0.30
Calcium Ca	23.14	75.80	126.61
Magnesium Mg	12.43	21.94	11.70
Eisen Fe	0.50	0.39	0.44
Chlor Cl	21.28	8.05	2.04
Schwefelsäure SO ₃	9.25	7.93	4.34
Salpetersäure N ₂ O ₅	0.16	3.27	5.81
Phosphorsäure P ₂ O ₅	1.61	0.62	0.64
Kohlensäure der Bicarbonate C ₂ O ₄	146.80	120.37	163.95
Sauerstoff aeq. SO ₃ , N ₂ O ₅ , P ₂ O ₅ , CO ₂	28.70	45.91	60.16
Kieselsäure SiO ₂	9.72	8.04	10.24
Mineralbestandtheile	303.78	301.78	394.03
Härtegrad frisch	—	—	—
Härtegrad gekocht	—	—	—

1. C.-Meter = 1,000,000 Gr. Wasser enthielten Gramme:	Malz- mühlen- Pumpe 1885.	Malz- mühlen- Quelle 1888.	Neuer
			1887.
Entnommen am	22 Juni.	17. Aug.	11. Dec.
Kalium K	5.20	4.54	2.93
Natrium Na	7.68	8.42	7.40
Ammonium NH ₄	0.62	0.36	0.31
Calcium Ca	93.16	87.32	92.01
Magnesium Mg	23.65	24.00	24.72
Eisen Fe	0.05	0.04	0.17
Chlor Cl	11.44	11.73	8.53
Schwefelsäure SO ₃	11.17	11.16	6.87
Salpetersäure N ₂ O ₅	17.97	22.33	29.10
Phosphorsäure P ₂ O ₅	0.33	0.12	0.11
Kohlensäure C ₂ O ₄	136.22	255.63	133.99
Sauerstoff aeq. SO ₃ , N ₂ O ₅ , P ₂ O ₅ , CO ₂	54.47	52.02	54.44
Kieselsäure SiO ₂	8.63	9.74	10.47
Mineralbestandtheile	370.59	487.41	371.05

l e I I I.

Brunnen Dorpats nach C. Schmidt.

B r u n n e n .						Dorpater Brunnen I. Classe nach Schmidt.	Embach-Wasser.	
Stadt- brunnen an der Pet.-Str. n. Nass.	Vieting- hof 1868.	Redlin 1861.	Schramm 1888.	Friedrich 1881.	Normal Quell- wasser.		1862 2 Fuss Eis.	1862.
1884.	18. März.	24. Apr.	4. Febr.	15. Jan.			29. Jan.	16. Oct.
3.80	2.71	4.23	2.13	2.00	4.45	9.80	1.34	1.93
2.76	5.78	3.27	4.51	4.99	3.77	10.76	3.20	2.21
0.90	0.54	0.47	0.31	0.50	0.49	0.79	1.17	0.65
101.63	99.30	89.20	86.89	64.17	82.50	85.87	49.08	44.93
35.52	29.81	22.86	23.71	20.77	22.40	26.72	12.94	9.89
0.71	0.23	0.31	0.23	0.26	0.35	0.38	0.04	0.35
3.68	12.66	4.79	6.35	5.32	8.91	21.32	3.60	4.70
5.80	11.88	9.89	7.54	5.01	6.42	9.15	2.25	2.74
6.46	1.12	7.91	13.96	2.30	5.59	49.19	0.02	0.50
0.45	0.32	0.61	0.20	0.18	0.61	1.42	0.13	0.18
174.87	156.46	134.52	261.10	216.64	254.89	243.50	158.98	134.24
65.46	59.27	52.14	51.07	40.75	49.05	73.54	29.39	25.03
8.96	8.91	9.64	8.23	8.07	8.84	10.29	7.98	6.95
411.00	389.02	339.84	466.23	370.96	448.26	522.73	270.12	234.30
—	—	—	—	—	16.78	—	9.89	8.60
—	—	—	—	—	0.64	—	0	0.18

Dombrn.	Rathshof Holz- Wind- Mühle 1888.	Deut- scher Kirchhof 1877.	Estni- scher Kirchhof 1877.	Petri- Pastorat 1888.	Academische Musse.			Universi- tät 1872.
					1861.	1869.	Nach Reini- gung 1887.	
22. Juni.	17. Aug.	11. Dec.	22. Oct.	13. Oct.	26. Nov	3. Dec.	27. Oct.	29. April.
2.51	2.28	3.92	8.04	12.36	28.84	65.67	11.18	30.16
8.20	9.65	5.44	8.79	24.11	20.13	66.80	22.84	30.55
0.28	0.23	0.18	0.16	0.58	0.20	0.10	0.14	0.43
88.07	89.62	89.07	97.71	132.17	87.21	124.30	98.40	121.86
23.69	15.10	14.82	19.61	23.55	43.82	63.62	37.81	77.00
0.20	0.33	2.21	0.49	0.29	0.37	0.56	0.16	0.09
12.34	17.49	8.69	9.53	26.20	41.32	118.32	24.75	23.16
6.00	16.65	3.18	6.32	12.11	16.89	29.09	11.10	26.80
30.15	19.78	15.40	61.23	61.71	81.51	221.62	71.52	151.36
0.12	0.06	0.39	0.37	0.10	3.24	5.08	0.38	6.58
252.10	217.47	241.91	244.90	341.29	142.59	173.08	153.86	229.14
51.51	45.80	46.93	54.90	73.62	67.42	102.05	68.88	111.85
10.01	7.40	7.49	7.50	9.24	10.93	12.46	9.87	14.14
485.18	441.86	439.63	519.55	717.33	544.47	982.75	510.89	823.12

B. Gruppierung der

1 Cub.-Meter = 1,000,000 Gramme Wasser enthielten Gramme Salze:	Malzmühlen-		Neuer Dom- brunnen 1888.	Rathshof Holz- Wind- Mühle 1888.	
	Quelle 1888.	Pumpe 1885.			
Entnommen am	17. Aug.	22. Juni	22. Oct.	13. Oct.	
Kaliumsulfat K_2SO_4	11·57	10·10	5·59	5·08	
Natriumsulfat Na_2SO_4	10·40	11·57	6·11	25·43	
Chlorkalium KCl	—	—	—	—	
Chlornatrium NaCl	10·94	11·85	15·77	3·56	
Natriumnitrat $NaNO_3$	—	—	—	—	
Calciumnitrat CaN_2O_6	—	—	—	—	
Magnesiumnitrat MgN_2O_6	24·63	30·67	41·41	27·16	
Chlormagnesium $MgCl_2$	6·44	6·12	3·74	20·60	
Calciumphosphat CaP_2O_6	0·46	0·17	0·16	0·08	
Calciumbicarbonat CaC_2O_5	334·33	314·11	316·84	322·46	
Magnesiumbicarbonat MgC_2O_5	96·87	91·56	83·89	28·24	
Eisenbicarbonat FeC_2O_5	0·13	0·11	0·57	0·95	
Ammoniumbicarbonat $N_2H_5C_2O_5$	2·41	1·40	1·09	0·89	
Kieselsäure SiO_2	8·63	9·74	10·01	7·40	
Natriumbicarbonat $Na_2C_2O_5$	—	—	—	—	
Summa der Salze	506·81	487·41	485·18	441·87	
Härtegrad {	frisch	13·26	17·82	17·77	16·01
	gekocht	1·38	1·52	1·78	2·24

Mineralbestandtheile.

Irren- Anstalt 1877.	Deut- scher Kirchhof 1877.	Estni- scher Kirchhof 1877.	Petri- Pastorat 1888.	Schwarze Mühle 1877.	Normal- Quell- Wasser.	Dorpater Brunnen 1. Classe nach Schmidt.	Embach-Wasser.	
							1862.	1862.
28. Nov.	29. Nov.	29. Nov.	6. Oct.	28. Nov.			29. Jan.	16. Oct.
5·61	6·93	13·76	26·38	12·47	9·90	19·94	3·00	4·31
—	—	—	—	22·49	7·75	—	1·54	1·35
2·18	1·55	3·55	0·99	—	—	1·61	—	—
3·04	13·13	12·95	42·47	132·10	3·20	27·31	5·94	4·48
12·66	0·98	13·62	27·22	—	—	—	0·03	—
—	—	—	—	92·38	—	—	—	—
23·01	20·22	72·06	61·03	224·28	7·66	67·41	—	0·69
—	—	—	—	40·61	6·00	5·53	—	1·18
0·42	0·54	0·52	0·13	0·79	0·86	1·98	0·18	0·25
306·34	320·14	351·25	475·55	454·92	296·37	307·69	176·58	161·07
71·74	61·64	42·79	71·24	—	104·79	76·87	69·02	50·56
0·80	6·31	0·92	0·84	0·97	1·00	1·08	0·12	0·96
0·82	0·70	0·63	2·25	2·13	1·89	3·07	4·57	2·50
7·08	7·49	7·50	9·24	7·11	8·84	10·29	—	6·95
—	—	—	—	—	—	—	1·16	—
433·70	439·63	519·55	717·34	990·25	448·26	522·78	270·12	234·30
16·03	15·90	18·25	24·00	31·75	16·78	18·26	9·89	8·60
0·98	0·86	3·06	2·32	12·67	0·64	2·74	0	0·18

C. Lösliche Salze und Kesselstein

Beim Kochen und Eindampfen von 1 Cubik-Meter Wasser:	Embach-Wasser.		Normal- Quell- Wasser.	Malzm. 1885 22. Juni.
	1862 29. Jan. 2 F. Eis.	1862 16. Oct.		

Es bleiben gelöst: *a)* lösliche

Kaliumsulfat K_2SO_4	3.00	4.31	9.90	11.57
Natriumsulfat Na_2SO_4	1.54	1.35	7.75	10.40
Chlorkalium KCl	—	—	—	—
Chlornatrium NaCl	5.94	4.48	3.20	10.94
Natriumnitrat $NaNO_3$	0.03	—	—	—
Calciumnitrat CaN_2O_6	—	—	—	—
Chlormagnesium $MgCl_2$	—	1.18	6.00	6.44
Magnesiumnitrat MgN_2O_6	—	6.69	7.66	24.63
Summa der löslichen Salze	10.51	12.01	34.51	63.98

Es fallen nieder: *β)* Kesselstein

Calciumphosphat $Ca_3P_2O_8$	0.28	0.39	1.33	0.72
Calciumcarbonat $CaCO_3$	122.44	111.94	204.93	232.23
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	45.29	33.19	68.73	63.06
Eisenoxyd Fe_2O_3	0.06	0.48	0.50	0.07
Kieselsäure SiO_2	7.98	6.95	8.84	8.63
Summa des unlöslichen Kesselsteins	176.05	152.95	284.33	304.71
<i>α + β</i> = Mineralbestandtheile des Abdampf-Rückstandes	186.56	164.96	318.84	—
Bei 120° trockener Abdampfrückstand	—	—	—	—

im Brunnenwasser Dorpats.

Quellen:	Neuer Dom- Brunnen	Brunnen- Wasser Dorpats I. Classe nach Schmidt.	Deut- scher Kirchhof	Irren- Anstalt	Rathshof Holz- Wind- Mühle	Estni- scher Kirchhof	Petri- Pastorat	Schwarze Mühle
1888 17 Aug.	1888.		1877.	27. Nov. 1877.	13. Oct. 1888.	1877.	6 Oct. 1888	28 Nov. 1877.

Salze in Grammen:

10.10	5.59	19.94	6.93	5.61	5.08	13.76	26.38	12.47
11.57	6.11	—	—	—	25.43	—	—	22.49
—	—	1.61	1.55	2.18	—	3.55	0.99	—
11.85	15.77	27.31	13.13	3.04	3.56	12.95	42.47	132.10
—	—	—	0.98	12.66	—	13.62	27.22	—
—	—	—	—	—	—	—	—	92.38
6.12	3.74	5.53	—	—	20.60	—	—	40.61
30.67	41.41	47.41	20.22	23.01	27.16	72.06	61.03	223.28
70.31	72.62	121.80	42.81	46.50	81.83	115.94	158.09	524.38

in Grammen:

0.27	0.25	3.10	0.85	0.65	0.13	0.81	0.21	1.24
217.58	219.87	211.67	221.78	212.33	223.94	243.41	330.12	315.11
60.18	55.14	50.37	37.42	43.56	18.56	25.98	46.83	—
0.06	0.29	0.54	3.16	0.40	0.48	0.70	0.42	0.49
9.74	10.01	10.29	7.49	7.08	7.40	7.50	9.24	7.11
288.23	285.56	275.97	270.70	264.02	250.51	278.40	386.82	323.95
358.54	358.18	397.77	313.51	310.52	332.34	394.34	544.91	848.28
375.12	389.63	—	322.26	315.52	359.04	435.16	583.36	995.01

Inhaltsverzeichniss.

	Seite:
Ueber Lage, Ergiebigkeit und Güte der Brunnen Dorpats.	
I. Bestimmung der geeignetsten Brunnenstelle	2
II. Bestimmung der Niederschlagsgebiete der Dorpater Brunnen	7
Domgrabenstrom	11
Der Malzmühlenstrom	16
III. Die Bestimmung der Qualität des Dorpater Brunnenwassers	24
Gesundes Trinkwasser	24
Die technische Benutzung des Wassers	28
1) Dombrunnen	29
2) Malzmühlenquellwasser	29
Die bacteriologischen Untersuchungen	31
IV. Das Project des Domgrabenbrunnens und seine Ausführung	32
V. Project der Wasserversorgung der Stadt Dorpat	38
1) Die Brunnenanlage	38
2) Die Pumpstation	41
3) Das Hochreservoir	42
4) Wasserleitung	42
5) Der Betrieb des Dorpater Wasserwerks	44
Tabelle I. Uebersicht bekannter Brunnen in Dorpat	49
Tabelle II. Nivellirte Linien	51
Tabelle III.	
A. Chemische Zusammensetzung verschiedener Brunnen Dorpats nach C. Schmidt	54
B. Gruppierung der Mineralbestandtheile	56
C. Lösliche Salze und Kesselstein im Brunnenwasser Dorpats	58

Berichtigungen:

Seite 6 Zeile 15 von unten lies *musste* statt *müsste*
 „ 6 „ 10 „ „ „ konnte „ könnte
 „ 12 „ 8 „ oben „ blaue „ kleine
 „ 18 „ 5 „ „ „ B III „ § III

Auf Seite 19 Zeile 6 und 18, Seite 20 Zeile 8 von oben
 sind die Paragraphzeichen fortzulassen.

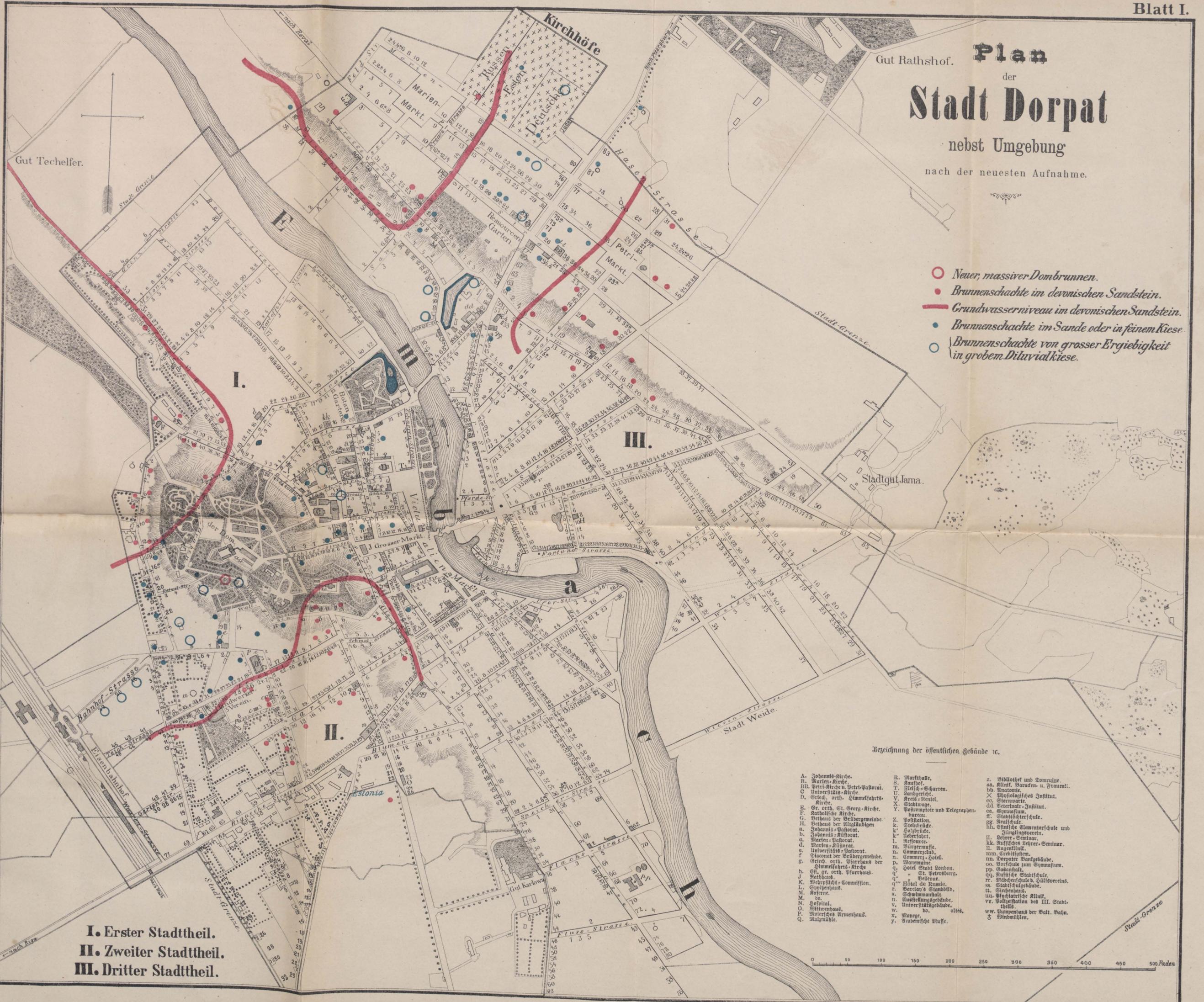
Seite 31 Zeile 13 von oben lies *Bohrbrunnen* statt *Rohrbrunnen*.

Plan der Stadt Dorpat

nebst Umgebung

nach der neuesten Aufnahme.

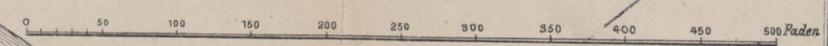
- Neuer, massiver Dombrunnen.
- Brunnenschächte im devonischen Sandstein.
- Grundwasserniveau im devonischen Sandstein.
- Brunnenschächte im Sande oder in feinem Kiese.
- Brunnenschächte von grosser Ergiebigkeit in grobem Diluvialkiese.



I. Erster Stadttheil.
 II. Zweiter Stadttheil.
 III. Dritter Stadttheil.

Bezeichnung der öffentlichen Gebäude etc.

- | | | |
|---|--|---|
| A. Johannis-Kirche. | R. Rathhof. | Z. Bibliothek und Domäne. |
| B. Marien-Kirche. | S. Rathhof. | aa. Klinik, Baraden- u. Frauenk. |
| C. Universitäts-Kirche. | T. Fähr- u. Scharren. | bb. Anatomie. |
| D. Griech. orth. Himmelfahrts-Kirche. | U. Landgericht. | X. Physiologisches Institut. |
| E. Gr. orth. St. Georgs-Kirche. | V. Kreis-Genie. | cc. Sternwarte. |
| F. Katholische Kirche. | X. Stadtwache. | dd. Veterinär-Institut. |
| G. Bethaus der Brüdergemeinde. | Y. Polizeicomptoir und Telegraphen-bureau. | ee. Gymnasium. |
| H. Bethaus der Altgläubigen. | Z. Volkshaus. | ff. Stadtdieterschule. |
| a. Johannis-Bathhaus. | k. Schreibstube. | gg. Realschule. |
| b. Johannis-Bathhaus. | k. Lieberfabrik. | hh. Städtische Elementarschule und Sänglingsverein. |
| c. Marien-Bathhaus. | l. Ressource. | ii. Städtische Lehrer-Seminar. |
| d. Universitäts-Bathhaus. | m. Bürgermeist. | kk. Russisches Lehrer-Seminar. |
| e. Diaconat der Brüdergemeinde. | n. Commercialsch. | ll. Augeninstitut. |
| f. Griech. orth. Pfarrhaus der Himmelfahrts-Kirche. | o. Commercialsch. | mm. Gebäulichk. |
| g. Gr. orth. Pfarrhaus. | p. Commercialsch. | nn. Dorpater Bankgebäude. |
| h. Rathhaus. | q. Hotel St. Petersburg. | oo. Volksschule zum Gymnasium. |
| i. Reichsanstalt-Commission. | q. Bellevue. | pp. Gesandtschaft. |
| L. Sprenghaus. | q. Hotel de Russie. | qq. Russische Stadtschule. |
| M. Kaserne. | r. Barclay's Standbild. | rr. Mädchenschule d. Hilfvereins. |
| N. do. | s. Schwimmanstalt. | ss. Stadtschulgebäude. |
| O. Hospital. | t. Anstaltungsgebäude. | tt. Städtisches Gymnasium. |
| P. Kaiserliches Armenhaus. | v. Universitätsgebäude. | uu. Polizeistatistisches Amt. |
| Q. Wassermühle. | w. do. altes. | vv. Polizeistation des III. Stadttheils. |
| | x. Manège. | ww. Pumpenhaus der Balt. Bahn. |
| | y. Academische Waffe. | z. Windmühlen. |



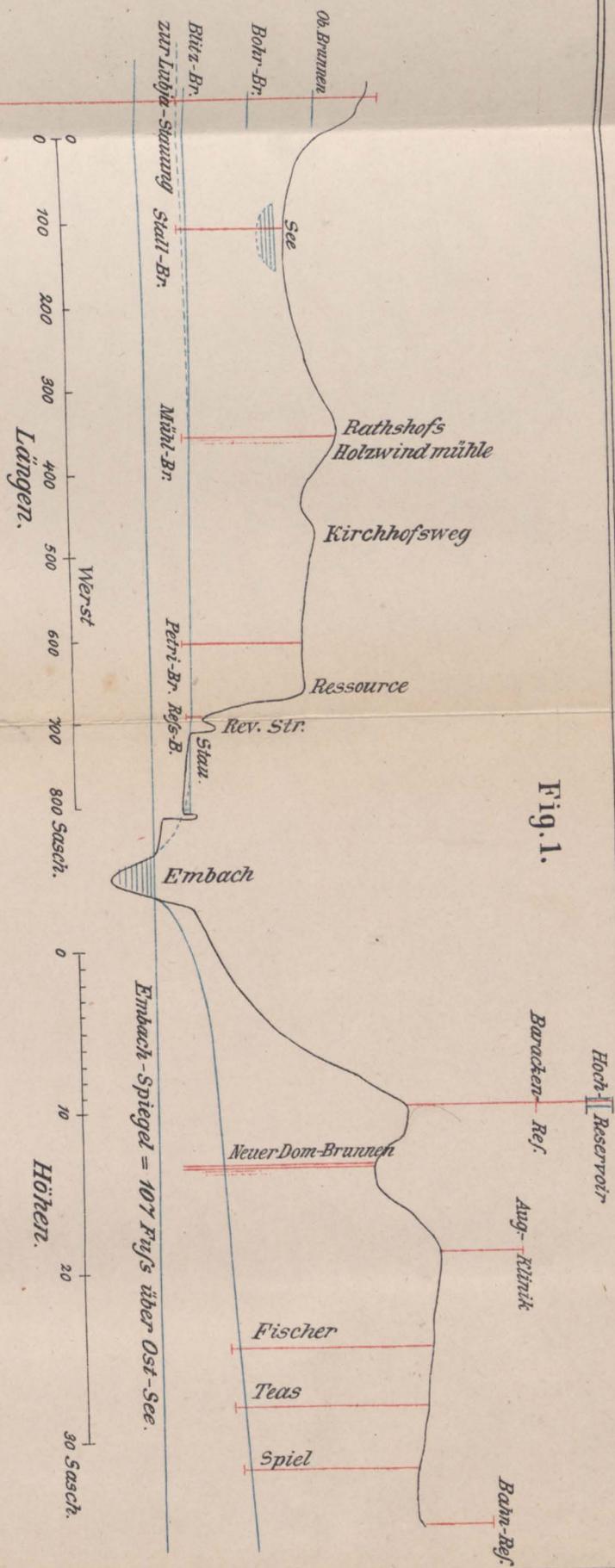


Fig. 1.

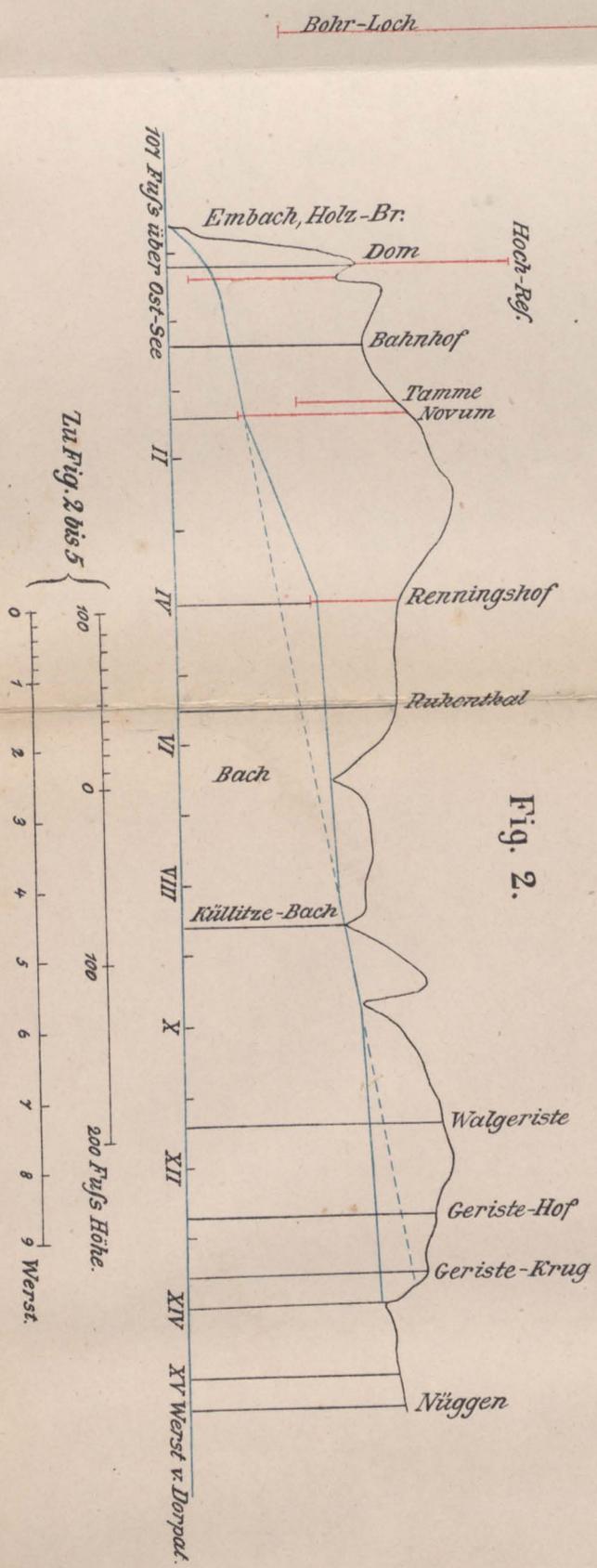


Fig. 2.

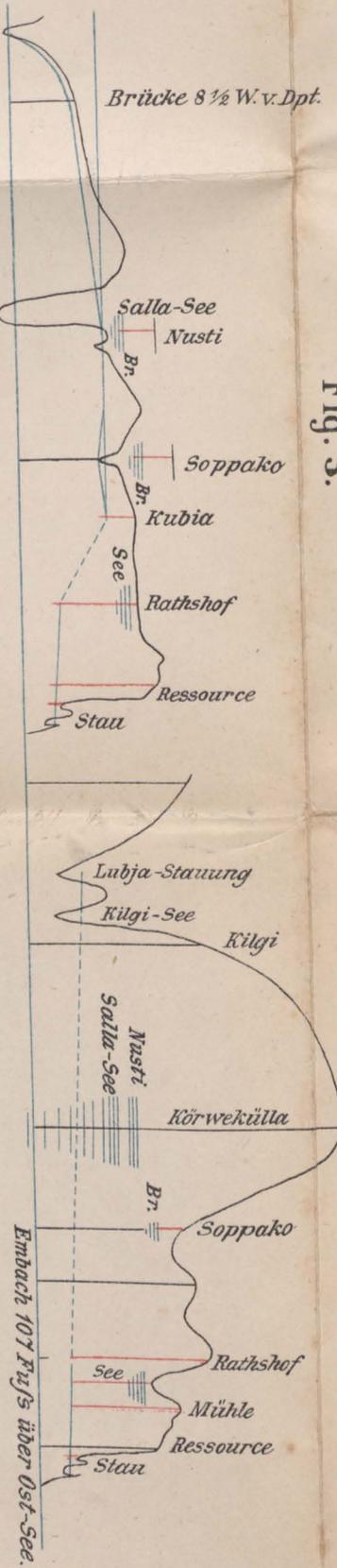


Fig. 3.

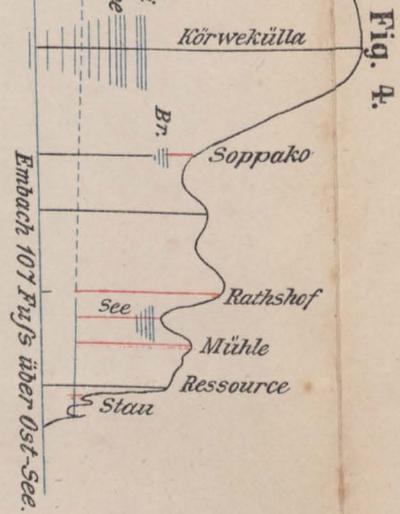


Fig. 4.

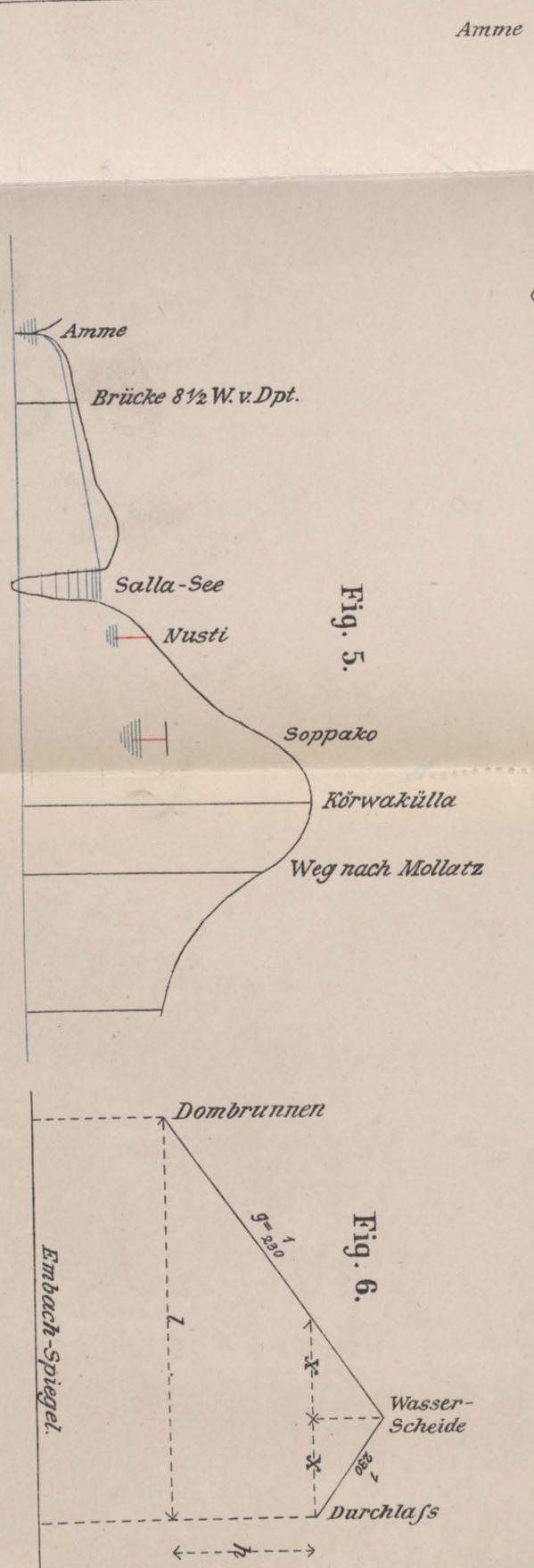
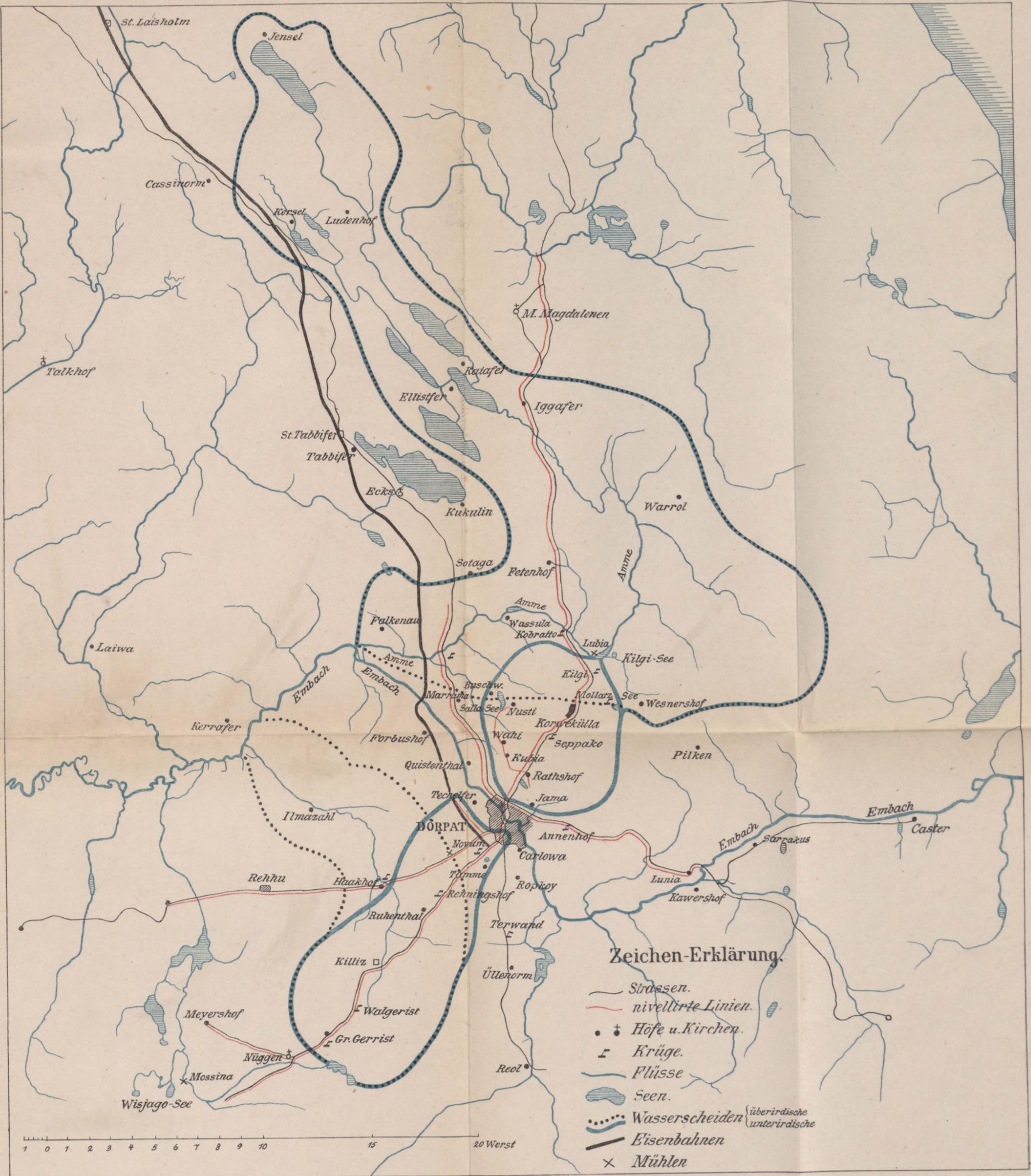


Fig. 5.

Fig. 6.



Zeichen-Erklärung.

- Strassen.
- nivellierte Linien.
- † Höfe u. Kirchen.
- ⌘ Krüge.
- Flüsse
- Seen.
- Wasserscheiden (überirdische
unterirdische)
- Eisenbahnen
- × Mühlen

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 Werst