Neujahrsblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft

auf das Jahr 1871.

LXXIII.

Druck von Zürcher und Furrer.

Die

Wasserverhältnisse der Stadt Zürich

und

ihrer Umgebung.

Bearbeitet von

Dr. **Arnold Escher von der Linth**, Professor

und

Arnold Bürkli, Stadtingenieur.

Mit einer Karte in Farbendruck und vier Tafeln.

Zürich,
Gedruckt bei Zürcher und Furrer.
1871.

EINLEITUNG.

Wenn schon im letzten Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft das Wasser mit den in ihm lebenden Geschöpfen den Behandlungsgegenstand bildete und es auch diessmal wieder in seinem Verhältniss zum Boden, auf dem wir uns befinden, die Grundlage unserer Betrachtung abgeben soll, dürfte sich diess durch die Bedeutung rechtfertigen, welche dem Wasser in dem grossen Haushalt der Natur sowohl als in dem kleinen der einzelnen Menschen zukömmt. Hört ja einerseits ohne Wasser alles Leben auf, und ermöglicht anderseits nur ein reichlicher Gebrauch des Wassers jene Reinlichkeit, welche so sehr auf die körperlichen und geistigen Eigenschaften der Menschen von Einfluss ist. Aber selbst über diese mehr directe Wirkung hinaus wird in neuerer Zeit dem im Boden enthaltenen Wasser ein auf die Gesundheit des Menschen und auf seine Empfänglichkeit für verschiedene Krankheiten entscheidender Einfluss zugeschrieben und wird das Auftreten oder das Ausbleiben der in der Gegenwart so viel gefürchteten Krankheiten, der Cholera und des Typhus, mit den Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens, auf dem unsere Wohnungen stehen, in Verbindung gebracht.

In den nachfolgenden Blättern soll nun das Erscheinen und Verhalten des Wassers auf der Erdoberfläche wie es sich in den Quellen, dem Grundwasser und den offenen Wasserläufen der Umgebungen Zürichs darstellt, näher erörtert werden. Von entscheidender Wichtigkeit dabei ist die geologische Bodenbeschaffenheit, deren Kenntniss der unbedingt nothwendige Ausgangspunkt für die Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse einer Gegend ist, daher eine Darstellung des Bodens, auf welchem sich Zürich angesiedelt hat, und der eingreifenden Veränderungen, durch welche dessen Terrain zu seiner jetzigen Gestalt und Beschaffenheit gelangt ist, nothwendig jener der Wasserverhältnisse vorausgehen muss.

I. Die geologische Beschaffenheit des Bodens.

Schon in unserm Neujahrsblatt für 1862 wurde dargethan, dass das Innere des Zürichberg-Pfannenstiel-Zugs und des Uetliberg-Schnabel-Rückens, mit Ausnahme der obersten Uetlikuppe, aus wechselnden Schichten hauptsächlich von Sandstein und Mergeln bestehen, deren übereinstimmender Gesteinscharacter und durchgehends gleichförmige wagrechte oder fast wagrechte Lage bestimmt darauf hinweisen, dass diese Bänke ursprünglich unmittelbar zusammengehangen haben, und dass ihre Oberfläche eine Ebene bildete, welche sich zufolge ähnlichen Beobachtungen in andern Gegenden über das ganze zwischen den Alpen und dem Jura befindliche Land und weit über die Schweiz hinaus nach West-Süd-West und nach Ost-Nord-Ost erstreckte. Diese Gesteine, Molasse genannt, und der obern, neuern Abtheilung der Tertiær-Periode, dem sogenannten Miocæn, angehörig, wurden später, wahrscheinlich zur Pliocæn-Zeit, dem jüngsten Abschnitt der Tertiær-Zeit, oder bei Beginn der Quartær-Periode in Folge von mächtigen, andauernden Bewegungen, die in den Alpen und im Jura statt fanden, in der Nähe dieser Gebirgsketten ebenfalls aufgerichtet, theilweise zusammengequetscht; in der mittlern Gegend der jetzigen hügeligen Schweiz blieben sie dagegen ungestört in fast oder ganz horizontaler Lage.

Es ist nun nicht unwahrscheinlich, dass bei diesen Bewegungen, namentlich von den Alpen her Spalten entstanden, welche, vorherrschend von Süd-Ost gegen Nord-West gerichtet, sich mehr und minder weit in das Gebiet der Molasse hinein erstreckten und, verbunden mit der allgemeinen Bodensenkung gegen die Aare und den Rhein hin, den von den Alpen abfliessenden Gewässern die Hauptrichtung für ihre erodirende oder wegfegende und ausgrabende Thätigkeit bezeichneten.

Durch solche vereinigte Wirkung von Spalten und Erosion wären also die als Thäler sich darstellenden Lücken zwischen unsern Molasse-Bergen und -Hügeln, den stehen gebliebenen Ueberresten der ehemaligen Hochfläche, entstanden, so auch das Thal des Zürichsees und der Limmat.

Erschrickt nun auch die Phantasie vor einem Processe, der sämmtliches Molasse-Material wegführte, welches zwischen dem Albis- und dem Pfannenstiel-Zuge vorhanden gewesen sein muss, bis zur oder vielmehr bis unter die Sohle des Zürichsees hinab, da das Senkblei gerade an den tiefsten Stellen kein Molasse-

gestein, sondern nur neuen Schlamm erreicht hat, so ist anderseits zu bedenken, dass wir die Dauer dieser Erosions-Periode durchaus nicht bestimmen können und wollen uns in dieser Hinsicht an das alte, der Natur-Beobachtung entnommene Sprichwort erinnern «der Tropfen höhlt den Stein aus». Jedoch stossen wir auch bei Annahme dieser Erklärung gerade beim Zürichsee doch noch auf eine Schwierigkeit; seine grösste 142 Meter betragende Tiefe befindet sich nämlich zwischen Herliberg und Thalweil d. h. in einer Gegend, in welche alpine Spalten sich wohl nicht erstreckt haben; der Tropfen aber höhlt den Stein nur bis auf diejenige Tiefe aus, von der das Wasser noch abfliesst. Hat das Wasser aber kein Gefäll mehr, so hört seine erodirende Kraft auf. Nun wissen wir allerdings nicht, in welcher Tiefe unter der Sohle des See's und unter der Oberfläche der Limmat gegen Baden hinab das Molasse-Gestein vorhanden ist. Theils das zu Tagegehen von ganz normal wagrecht liegender Molasse im Burghölzli, im Nebelbach und in der Karthüs im Riesbach, im Hornbach bei der Seidenzwirnerei und vom Drahtzug an aufwärts, in der Klus, auf der Fläche des Polytechnikums und im Abhang gegen den Hirschen- und Seilergraben und den Weinberg, am Limmatufer selbst, gerade thalauf vom Drahtschmidli (entblösst gewesen im Jahr 1860), deren Zusammenhang nur verdeckt ist durch die anderwärts vorhandene Schuttdecke, theils die allmälige und regelmässige Tiefenabnahme des See's (s. die topogr. Karte) von seiner tiefsten Stelle zwischen Herliberg und Thalweil bis zum Ausflusse der Limmat sprechen aber nicht gerade dafür, dass thalab von dieser Stelle der ursprüngliche Boden des See's durch herbeigeschwemmten Schlamm in ansteigendem Maasse um mehr als 142 Meter d. h. um den Betrag der grössten Seetiefe erhöht worden sei; der mittlere Wasserspiegel des See's befindet sich nämlich nach der topogr. Karte 408,6 Meter, der tiefste Punkt des See's 266 Meter ob dem Meere.

Sehen wir ferner beim Seminar Wettingen, etwa 365 Meter ob Meer, beide Ufer und das Bett der Limmat aus Molasse-Fels bestehen, der ohne Zweifel ohne Unterbrechung unter dem Wettingerfelde durch in die Grundlage des Sultberges fortsetzt, so ergibt es sich als unmöglich, dass jemals ein Stromschlund existirt habe, der bei Zürich um mehr als 140 Meter unter das jetzige Niveau der Limmat hinabgereicht hätte, bei Wettingen unter das Felsenbett der Limmat um 99 Meter, selbst ganz abgesehen vom nöthigen Gefälle, das gegenwärtig zwischen Zürich und Wettingen ungefähr 43 Meter beträgt.

Wir könnten freilich auch annehmen, dass der Zürichsee einst bis zum Felsenbett bei Wettingen hingereicht und letzteres damals sammt seiner Umgebung um 99 Meter tiefer gelegen habe, seither aber um diesen Betrag aufwärts gestiegen

sei, oder wir könnten, was auf das Gleiche herauskömmt, voraussetzen, dass der Boden des Zürichsee's um diesen Betrag gesunken sei, oder dass diese 99 Meter sich auf eine Hebung bei Wettingen und auf ein Einsinken des Zürichseebodens vertheilen. In allen diesen Fällen wäre der See durch die jüngeren, in der Folge zu betrachtenden, Alluvionen um die Strecke von Wettingen bis Zürich hinauf verkürzt und sein Niveau um die nöthigen 142 Meter aufgestaut worden. (99 Meter und 43 Meter Gefäll, welch letzteres die Alluvionen sich selbst gegeben hätten.)

Da es aber gegenwärtig an andern, directen Beweisen fehlt, dass solche Bodenschwankungen seit der hier in Betracht kommenden Periode stattgefunden haben, so lassen sich auch die Ursachen nicht mit Bestimmtheit angeben, die neben und ausser der Wasser-Erosion bei der Bildung des Zürichseethals mitgewirkt haben; im höchsten Grade unwahrscheinlich ist aber die namentlich von englischen Naturforschern aufgestellte Ansicht, dass das Seebecken durch Gletscherwirkung ausgewühlt worden sei.

.Jüngere oder quartære Ablagerungen. — Jst es obigen Angaben zufolge unmöglich, dass die Limmat als Strom bei Zürich in einem 140 Meter tiefern Bett geflossen ist, und ungewiss, ob der See sich in einem wesentlich tiefern Niveau bis Wettingen hinab erstreckt habe, so weist doch das Grien des Silfeldes, dessen Mächtigkeit jedenfalls 10 Meter überschreitet, da Sodbrunnen von annähernd dieser Tiefe sich ganz in ihm befinden, darauf hin, dass das ursprüngliche Molassebett sich noch etwas tiefer befunden haben muss. Ist dieser Schluss unabweislich, so drängt sich die Frage auf, wie es denn möglich sei, dass die dem aus Molasse bestehenden Kamme aufgesetzte oberste Uetlikuppe (Fig. 1) aus einem früher löchrige Nagelfluh genannten Conglomerat bestehen könne, das bestimmt j ü n g e r zu sein scheint als die Entstehung des Zürichsee-, des Reppisch- und des Reussthals. Dieses Conglomerat weicht nämlich in seiner Beschaffenheit wesentlich ab von der eigentlichen, der Molasse untergeordneten, Nagelfluh der Balderen-Burgruine und des alten Uetliberghauses wie schon im Neujahrsheft 1862 auseinander gesetzt ist. Dagegen stimmt es sammt den begleitenden sandigen Schichten vollständig und namentlich auch hinsichtlich zahlreicher kleiner Schichtunregelmässigkeiten und des Vorkommens vieler eckiger und wenig abgerundeter Geschiebe vollständig überein mit den Conglomeraten von Alt-Wädenschweil, der Au, des Aathals, welche sämmtlich zwischen Molassebergen eingeschlossen als Ablagerungen sich darstellen, die j ü n g e r sind als die Bildung dieser Thäler. Wir werden daher darauf geführt auch das Conglomerat der Uetlikuppe als ein

Gebilde zu betrachten, das jünger ist als die Existenz der den Uetlizug begränzenden Thäler und überdiess weist die Gegenwart der zahlreichen kantigen Geschiebe darauf hin, dass diese nicht aus grosser Ferne herbei geschwemmt sein können, und die vielen kleinen Schichtunregelmässigkeiten sprechen dafür, dass diese Lagen eher durch bald da, bald dort fliessende regellose Bäche als durch ansehnliche Wassermassen abgelagert worden sind. Ebenso verhält es sich mit den wechselnden Lagen von Letten und von Kies, die am Uetlibergweg in einer Höhe von mehr als 740 Meter über der Meeresfläche entblösst liegen (Fig. 2); auch sie gehören nicht zur Molasse, sondern müssen ohne Zweifel an diese anstossen.

Sehen wir also zu, ob die einstige Existenz solcher Bäche auf der Höhe des Albis-Uetliberg-Rückens denkbar und möglich ist. Diese Untersuchung führt uns zur Betrachtung der Fündlinge und des sie begleitenden kleineren Steinmaterials. Fündlinge werden mit Recht in unserer Gegend seit alten Zeiten die zahllosen, theils colossalen, theils kleinern Felsblöcke genannt, welche, bald einzeln zerstreut, bald gemengt mit feinerem Steinschutt dem Molasse- oder noch älteren Boden eben als Fremdlinge aufgesetzt sind, von der Thalsohle an bis auf den Kamm des Uetli- und Zürichbergs, bis nahe an den Gipfel der Lägern hinauf, in ausgedehnten Strecken auch selbstständige beträchtliche Hügel bildend. Die Frage nach den Stammorten und der Transportweise dieses Fündlingsmaterials erweckte bei den Naturforschern, namentlich denen der Schweiz, schon seit langer Zeit lebhaftes Interesse und rücksichtlich der Stammorte gelangte schon Gottlieb Sigmund Gruner (die Naturgeschichte Helvetiens in der alten Welt. Bern. 1773) zu der Einsicht, dass sie aus den Alpen zu uns hergekommen sind, und fand zu seiner grossen Ueberraschung, »dass man bei der Untersuchung der nun so weit — 20 bis 40 und mehr Stunden — von ihrem Geburtsorte entfernten Bruchstücke immer genau errathen kann, von welchem Felsgebirge sie ehemals einen Theil ausgemacht haben,« ein Resultat, das im Wesentlichen durch die spätern Nachforschungen überall, für die Herkunft der Fündlinge des Kantons Zürich aus den Walensee-, Glarner-, Bündner- und Reussthal-Bergen, hauptsächlich durch Hans Conrad Escher von der Linth bestätigt worden ist.

Dagegen wurde die Frage, auf welche Weise und durch welche Mittel die Fündlinge von ihren ursprünglichen Stammorten an ihre jetzigen Fundstellen transportirt worden sind, Gegenstand lebhafter, langer Erörterungen, und es tauchten darüber alle denkbaren Vermuthungen auf, bis am Ende diejenige, welche auf den ersten Blick als die unwahrscheinlichste, um nicht zu sagen abenteuerlichste, sich darstellt, den Sieg davon trug, in den Augen Aller derer, welche sich nicht

bloss in der Stube, sondern im Felde mit der merkwürdigen Erscheinung beschäftigt haben. Diese Vermuthung besteht darin, dass Gletscher die Fündlinge hertransportirt haben, und man kann wohl sagen, dass diese kühne Idee, seitdem sie, so viel bekannt, zum ersten Male vom Gemsjäger Perraudin im Bagnethal anno 1815 ausgesprochen und gegenüber den genialen Männern, Venetz und Charpentier geltend gemacht wurde, namentlich durch die spätern Arbeiten des Letztern selbst, so an Consistenz gewonnen hat, dass sie alle Bedingnisse einer guten Hypothese erfüllt d. h. mit keiner der bezüglichen Thatsachen im Widerspruch steht und beim jetzigen Stand unserer Kenntniss der Naturgesetze das einzige Mittel darbietet, um die sämmtlichen Erscheinungen zu erklären.

Um diese Hypothese zu begründen und die Momente, auf die es hier ankömmt, dem mit Geologie weniger Vertrauten verständlich zu machen, sei es uns vergönnt, die Natur und Wirkungen der Gletscher mit Rücksicht auf die vorliegende Frage in ihren Hauptzügen zu durchgehen.

In der That, vergleichen wir die Wirkungen, welche die Gletscher der Jetztzeit hervorbringen mit den Erscheinungen des Fündlingsmaterials, so finden wir zwischen beiden vollständige Gleichheit was die Natur der Sache betrifft. Vor Allem aus fällt uns bei jedem Gletscher auf, dass die Blöcke und der feinere Schutt, die von den höhern Felsen auf ihn herabstürzen, seiner thalabwärts gerichteten Bewegung folgend, mehr und minder zusammenhängende Streifen oder selbst Hügel auf seinem Rücken und an seinen Seiten bilden, von denen die randlichen Seitenmoræne genannt werden, Mittelmoræne jene, welche von den aus dem Gletscher aufsteigenden Felsspitzen herstammen, z. B. diejenigen, welche auf dem Unteraargletscher von den Schreckhörnern und seinem Endabfalle, dem Abschwung ausgehen. Der Verlauf dieser Anfangs durch reines Gletschereis von einander getrennten Moræne entspricht im obern Theile des Gletschers genau etwaigen, auch scharfen Krümmungen des Gletscherbettes, verwischt sich jedoch thalabwärts mehr und mehr, indem die vom Schutt freien Eisstreifen durch die Einwirkung der Sonne, warmer Winde und des Regens stärker abschmelzen als die Gletscherstrecken, welche durch Steine bedeckt sind. Letztere fallen daher in diese Thälchen hinab, schützen im weitern Verlaufe selbst deren Gehänge und Boden gegen die schmelzende Einwirkung der Atmosphäre, so dass das untere Ende der Gletscher in Folge der stattgefundenen Vereinigung der Seiten- mit der Mittelmoræne oft durch eine mehr oder minder gleichförmig dicke Masse von Steintrümmern, der Endmoræne, bedeckt ist, in welcher jedoch die ursprüngliche Anordnung sich der Art erhalten hat, dass die von der rechten Seite stammenden Stücke in der

Endmoræne auf der rechten Hälfte, die von der linken Seite stammenden auf der linken Hälfte liegen. — Bleibt nun das Gletscherende während einer langen Reihe von Jahren an derselben Stelle oder, mit andern Worten, ist der Betrag der Abschmelzung des Gletschers an dieser Stelle gleich demjenigen des Fortrückens, so sammelt sich auf und bei dem Gletscherende natürlich immer mehr Steinschutt an, da die Zufuhr von oben her nicht aufhört, aber keine Abfuhr stattfindet. — Folgen dann einer solchen Periode des Gleichgewichts für die betreffende Stelle eine Reihe warmer und schneearmer Jahre, so wird an unserm bisherigen Gletscherende der Betrag der Abschmelzung grösser sein, als der des Vorrückens; der Gletscher wird also kürzer, zieht sich zurück, wie man sich oft, freilich unrichtiger Weise, ausdrückt, da der Gletscher immer nur vorrückt. Gleichzeitig schmilzt das Eis in dieser Gegend unter der Schuttdecke allmälig weg und die Endmoræne bleibt schliesslich als ein mehr oder minder hoher und breiter die Thalsohle der Quere nach durchziehender Wall von Gesteintrümmern liegen, der entsprechend der gewöhnlichen Gestalt des Endes der Gletscher thalabwärts halbmondförmig gebogen, jedoch oft von Anfang an nicht durchgehend ausgebildet ist, auch nachträglich vom Gletscherbache stellenweise weggefegt wird. Da die Gletscher aber, wenn solche Verkürzung bei ihnen eintritt, in Folge der wärmern Temperatur und verminderten Zuflusses gleichzeitig auch thalaufwärts an Dicke verlieren, also niedriger werden, so befinden sich nun auch die Seitenmoræenen ob dem jetzigen Niveau des Gletschers und geben nebst der Endmoræne Kunde von der frühern Mächtigkeit und Ausdehnung des Gletschers.

Betrachten wir nun die Materialien der Seiten- und Endmoræne, so finden wir, abgesehen von ihrer schon erwähnten streifenweisen, durch die Lage der Stammorte und durch die Art der Bewegung des Gletschers bedingten, Vertheilung, dass die Trümmer im Allgemeinen ganz chaotisch durch einander liegen, colossale, viele tausend Cubikfuss messende Blöcke zwischen kleinern Steinen, Sand und Schlamm, und zwar haben die meisten Blöcke scharfe Kanten und Ecken; sie sind eben unversehrt, ohne sich gegenseitig abzureiben, wie auf einem Schlitten von ihren Stammorten an die jetzigen Fundstellen gewandert. Während demnach Schichtung, d. h. lagenweise Vertheilung den eigentlichen Moræenen vollständig fehlt, sehen wir dagegen hauptsächlich im Revier der Endmoræne, namentlich wenn der Gletscher um eine bedeutende Strecke kürzer geworden ist, in den Vertiefungen des immer sehr unebenen Bodens mehr und minder ausgedehnte Wasserlachen, und tiefere «Gumpen», in denen durch Bäche herbeigeführtes Geschieb und feineres Material lagenweise abgesetzt, bei dem Wechsel in der Richtung und

Stärke des Wasserlaufs aber stellenweise wieder weggerissen wird, so dass diese freilich roh geschichteten Ablagerungen hier Auskeilungen, dort Anschwellungen überhaupt zahlreiche Unregelmässigkeiten zeigen und meistens zahlreiche kantige Geschiebe enthalten. Ausser diesen letztern finden wir indess in diesen Ablagerungen, weit häufiger jedoch namentlich in den Ueberbleibseln der Seitenmoræne und in der Anschlussgegend an die Endmoræne, andere auffallend glatte, oft wie polirte Geschiebe hauptsächlich von Kalkstein, an deren Oberfläche wir aber verschiedenartig gerichtete mehr und minder feine, wie von einer Gravirnadel herrührende Kritze bemerken, Kritze wie wir in den von fliessendem Wasser weit hingerollten Geschieben niemals bemerken. Verwundert über diese auffallende Erscheinung begeben wir uns ans Ende des noch bestehenden Gletschers, finden dort zwischen dem Gletscher und der Seitenwand und etwa in einer Höhlung zwischen dem Gletscher und seinem Boden einen vollständigen Hobel-, Polir- und Kritz-Apparat. Wir sehen da in der That im Eise neben der seitlichen Felswand und an der Bauchfläche des Gletschers zahlreiche Steine eingeklemmt, welche mit der Eismasse langsam thalab rückend sowohl den anstehenden Fels angreifen und abreiben, als selbst durch die Friction abgerieben werden. Befinden sich aber im anstehenden Gestein einzelne sehr harte, über die allgemeine Oberfläche etwas ausragende Körner z. B. von Quarz, so werden diese an den an ihnen hingleitenden, im Eis eingeschlossenen, Geschieben die angeführten Kritze bewirken, die meist nicht Alle einander parallel sind in Folge von Aenderungen in der Lage des Geschiebs; wogegen quarzreiche Geschiebe an einer aus weicherm Gestein z. B. aus Kalkstein bestehenden Felswand ähnliche, aber regelmässiger verlaufende, dem Gefäll des Gletschers entsprechende Kritze hervorrufen. Der ungemein feine Schlamm, welcher an den Wänden überall herabträufelt und das krystallhell von der Oberfläche her eingedrungene Schmelzwasser trübt und weiss färbt, belehrt uns, dass diese Abreibung und Kritzung am ganzen Umfange des Gletschers stetig vor sich geht, und wir begreifen nun, warum die Seitenwände und stellenweise der Boden eines ehemaligen Gletscherbettes statt der dem Gestein an sich zukommenden Rauhheiten grosse bauchige Formen (Rundhöcker, surfaces moutonnées genannt) darbieten, die sich durch ihre Sanftheit, lange Erstreckung und dem Gefäll des Gletschers entsprechende Lage wesentlich unterscheiden von den Furchen und Halbkesseln, welche fliessendes mit Geschiebe beladenes Wasser im Felsboden aushöhlt.

Ein Blick vom Gletscher aus an die höhern, denselben einschliessenden Bergwände und ein Gang nach dem obersten zackigen Kamme hinauf, dringt uns aber

mit unwiderstehlicher Gewalt die Ueberzeugung auf, dass das ganze Thal einst bis an 700 Meter über das jetzige Niveau des Gletschers hinauf ebenfalls mit Gletschereis erfüllt gewesen sei, indem wir bis in die Höhe von etwa 2600 Meter ob Meer die sämmtlichen aufgeführten Erscheinungen, namentlich Rundhöcker, Seitenmoränen oder vereinzelte Fündlinge antreffen, Erscheinungen, die für die Gletscherwirkung characteristisch sind und durch kein anderes uns bekanntes Agens hervorgebracht werden.

Ueber dem angeführten Niveau aber ragen die noch höhern Gräte und Spitzen mit den dem Gestein je nach seiner Natur eigenthümlichen Zackigkeit empor, gerade durch diesen Contrast der Formen beweisend, dass sie immer über den Gletscher empor geragt haben, seiner glättenden Einwirkung entzogen gewesen sind.

Von unsern Felsenzacken wieder zum Bache herabsteigend, der unter dem Gletscher hervor strömt, finden wir endlich manchen Orts, dass derselbe, belastet mit demjenigen Theile des Moränenmaterials, das er fortzuwälzen vermag, sich thalab bewegt, bei abnehmendem Gefäll jedoch einen Theil desselben liegen lässt und auf diese Weise, durch seine eigenen Ablagerungen sich zu geschlängeltem und unstetem Laufe zwingend, die Thalsohle nach und nach in ihrer ganzen Breite aufhöht, der Art, dass sie bis auf den ursprünglichen Boden hinab aus Lagen von Grien, Sand und Schlamm besteht, die wohl ausgedehnter sind als die Seite 7 u. erwähnten in den Wasserlachen sich bildenden, aber doch an Regelmässigkeit weit zurück bleiben hinter den aus grossen Wassermassen entstehenden Niederschläge; wir bemerken auch, dass in diesen, Gletscherboden, genannten Thalsohlen die Abrundung der ursprünglich kantigen Geschiebe mit der Entfernung von der Moräne zu-, die Zahl der mit Gletscherkritzen versehenen glatten Geschiebe dagegen abnimmt, indem diese Politur und die Kritze in Folge der gegenseitigen Reibung der Geschiebe an einander bald verschwinden.

Könnten wir nun, mit diesen Erfahrungen bereichert, uns in einem Luftballon erheben und mit Einem Blicke die Alpen und die benachbarten Gegenden überschauen, so würden wir erkennen, dass Spuren bald einiger, bald sämmtlicher aufgeführter Gletscherwirkungen von den Hochalpen aus über das ganze Land bis in's nördliche Italien und bis hoch an den Jura hinauf sich vorfinden, wir würden uns namentlich auch überzeugen, dass häufig zwei Fündlingswälle, von denen der eine der rechten, der andere der linken Seite eines Thales auf lange Erstreckung mit allmälig sich absenkendem Niveau gefolgt ist, sich am Ende in Einen Wall vereinigen, der mit thalabwärts gerichteter halbmondförmiger Biegung die Thalebene der Quere nach durchzieht. Wir würden auch sehen, dass

die Fündlinge ganz ähnliche zonenweise Verbreitung besitzen wie die durch Gletscher transportirten Blöcke, und dass die Wege, auf denen sie von ihren Stammorten an die jetzigen Fundstellen gelangt sind, vollständig denen der jetzigen Moræenen gleichen, namentlich auch durch die zum Theil sehr scharfen Curven, welche sie bei Biegungen von Thälern beschreiben. So, um nur einige spezieller auf unsere Gegend bezügliche Beispiele anzuführen, ist die Nagelfluh des Schänniserberges und Speers verbreitet in einer Zone, welche sich auf den östlichen Theil unsers Kantons beschränkt, auf dem Pfannenstiel-Zürichberg-Zuge dagegen liegen fast ausschliesslich Sernifite (rothe Ackersteine) und gewisse Kalkarten und Sandsteine (Taviglianaz), welche mit diesen die Berge zwischen dem Wallensee und dem Linththal zusammensetzen d. h. in der Mitte des Stammgebietes der Linthfündlinge sich befinden. Als Beispiel eines sehr krummlinigen Weges, den gewisse Fündlinge beschrieben haben, mögen die durch ihre Steinart leicht kenntlichen Ponteljas-Granite erwähnt werden, welche aus dem Ponteljas-Tobel bei Trons im Vorderrheinthal herkommend längs des linken Gehänges des Rheinthals über die Salaz-Alp am Calanda mit andern Bündnerfündlingen durch das Wallenseethal in die Gegend von Wald, vielleicht sogar bis an's Westende des Wipkinger-Tunnels gewandert sind.

Fragen wir uns nun, ob diese Gleichartigkeit zwischen dem gesammten Auftreten des Fündlingsmaterials und den Wirkungen der jetzigen Gletscher uns denn wirklich berechtige oder gar zwinge den Transport desselben von den Stammorten an die jetzigen Fundstellen ebenfalls einst bestandenen, freilich colossalen Gletschern zuzuschreiben, so bleibt uns wohl nur ein Ja als Antwort, indem kein anderes bekanntes Agens die Wirkungen hervorbringt noch hervorbringen kann, die für den Gletscher characteristisch sind. In der That ist namentlich die mehrfach betonte Spitzwinkligkeit der von manchen Blöcken zurückgelegten Wege, ihre zonenweise Verbreitung, die Existenz der die Thalsohlen quer durchsetzenden Wälle (Endmoræenen) rein unverträglich mit der Annahme eines irgendwie heftig oder rasch wirkenden Eruptions- oder fluthartigen Transportmittels. Die Hypothese aber, dass die Fündlinge auf schwimmenden Eistafeln verflösst und an deren Strandungsstellen abgelagert worden seien, ist ebenso wenig vereinbar mit der zonenweisen Verbreitung der Fündlinge und mit der Existenz der den Seiten- und Endmoræenen ähnlichen Hügelzüge, abgesehen von mehreren andern Schwierigkeiten, welche diese Annahme in sich birgt. — Nehmen wir dagegen Zuflucht zu der Idee, dass Gletscher es waren, die den Fündlingen als Transportmittel gedient haben, so stehen nicht nur alle Thatsachen mit den aus

ihr sich ergebenden Folgerungen im Einklang, sondern wir erhalten dadurch auch die Erklärung einer Reihe andrer, sonst räthselhafter, Erscheinungen, von denen hier nur das Auftreten von Geschieben der Centralalpen in den thalab von unsern Seen befindlichen Kiesebenen (z. B. Bündnergeschiebe im Silfeld) erwähnt werden mag, eine Thatsache, die sich nach unsrer Auffassung einfach dadurch erklärt, dass die Bündnergeschiebe zu der Zeit in unsre Gegend gelangt sind, als die Tiefen des Wallen- und Zürichsee's noch durch den thalab sich bewegenden Gletscher überbrückt waren.

Haben wir uns durch diese Betrachtungen mit dem Gedanken befreundet, dass auch das Fündlingsmaterial unsrer Gegend durch Gletscher abgelagert worden sei, und fassen wir wieder das Seite 4 erwähnte Conglomerat der Uetlikuppe in's Auge, so wird uns die Vermuthung nicht mehr befremden, dass die Bäche, welche dasselbe erzeugten, vom Linth- und vom Reussgletscher her auf den Albis-Uto-Molasse-Rücken abflossen, damals als diese Gletscher den sie trennenden Molasse-Rücken etwas überragten und ersterer die mit Gletscherkritzen versehenen Geschiebe neben und unter der «Leiterli» genannten Stelle liegen liess und wir werden in diesem Schlusse bestärkt durch die Gletscherkritze, welche Hr. Lehrer Ausfeld an den Geschieben des Conglomerats der Wandfluh, nördlich von Zezwyl, entdeckt hat, das mit dem Conglomerat der Uetlikuppe in seiner ganzen Beschaffenheit völlig übereinstimmt.

Während demnach das Conglomerat der Uetlikuppe sich als alter Gletscherboden darstellt, aus der Zeit der grössten Ausdehnung und Mächtigkeit der Gletscher, und die (Fig. 2) abgebildeten Kies- und Lettschichten einem wenig niedrigern Stande entsprechen, sehen wir im Limmatthal drei mit mehr oder minder deutlichen Seitenwällen zusammenhängende Endmoræneñ, welche der nun folgenden Periode der Abnahme der Gletscher angehören und darauf hinweisen, dass diese nicht gleichmässig, sondern mit Unterbrechungen vor sich gieng. Die älteste dieser Moræneñ, nach H. Mühlbergs Beobachtungen fast angrenzend an eine Endmoræne des Otelfingerthals, ist unter der Würenloser Bicktrotte durch die Limmat unterbrochen, erstreckt sich von da einerseits über Killwangen nach Spreitenbach, anderseits über Oetweil nach Georoldschweil, die zweite Endmoræne, ebenfalls durch die Limmat unterbrochen zwischen Glanzenberg und Schönenwerth zieht rechts der Limmat, westlich vom Kloster Fahr gegen Unter-Engstringen hin und mag nebst dem dort befindlichen, kleinern Wall ihre Fortsetzung finden in den zahlreichen Fündlingen der thalaufwärts befindlichen Gehänge und der Gegend von Höngg; links der Limmat erstreckt sie sich gegen Schlieren.

Der dritte und mächtigste Moränezug des ganzen Linthgebiets ist der, aus welchem die Hügel und ein grosser Theil des übrigen Bodens der Stadt Zürich bestehen und dem auch der Hügel von Wyl, der Wiediker Rebhügel, der Steinerne Tisch- Muggenbühl-Rücken, beigezählt werden mögen, obgleich sie zufolge ihrer Entfernung vom Hauptwalle etwas ältern Datums als letzterer sein müssen, immerhin aber gehören sie der Periode an, in welcher der Gletscher lange Zeit in der Gegend des jetzigen Zürich stationirt hat.

In der That haben die zahlreichen künstlichen Boden-An- und Einschnitte, welche seit Jahren und besonders in der letzten Zeit ausgeführt worden sind, dargethan, dass der auf beiliegender Karte mit Mennig colorirte Boden fast durchweg stellenweise in ausgezeichnetster Weise das Gepräge einer wahren Moräne hat, wie es Seite 7 geschildert wurde und wie die Abbildung des Anschnitts von 1849 beim Pfarrhause Grossmünster zur Anschauung bringt (Fig. 3).

Allerdings fanden sich in manchen Entblössungen so z. B. bei der Rollenschmitte wenige oder auch keine Blöcke; der Boden bestand dort fast nur aus lettigem Sand. Bedenken wir aber, dass die Molasse des Zürichseethals grösstentheils aus leicht zerreiblichen Sandsteinen und Mergeln besteht, so wird uns das stellenweise Dasein sehr grosser, die eigentlichen Blöcke an Masse überwiegender Mengen solchen zerriebenen Gesteins nicht stören und besonders wenn wir schon beim obern Hammerstein und beim Schellenbrunnen und an der entgegengesetzten nördlichen und nordwestlichen Seite des Lindenhofs ächtesten Gletschertypus und im heute noch entblössten Sand beim Reste des Rennwegthors glatte mit Gletscherkritzen versehene Geschiebe finden. Ausgezeichneter Gletschertypus zeigte sich ferner in der Fortuna-, Rollen-, Schwanen-, Strehl-, Weggen-, Storchen- und Schlüsselgasse, auf Petershofstatt, in der Widder- und oberem Theil der Augustinergasse, unerwarteter Weise selbst in der schwachen Bodenwelle zwischen der Sihlstrasse und dem Sihlkanal bei den Seidenhöfen, im Hügel von St. Anna, in dem der Katze von den kleinen Treibhäusern im botanischen Garten an bis unterhalb der Badeanstalt, im ganzen neu angelegten Selnauquartier, wovon der vor dem Gerichthaus aufgestellte Kalkblock Zeugniss gibt, da er zwischen andern, zum Theil noch grössern Fündlingen im Fundamente des 1870 von Herrn Ulrich erbauten Hauses gelegen hat. Aechtester Moränentypus zeigte sich beim Einschnitt zwischen Freyen Gut und Brandschenke, in der Fortsetzung des gleichen Hügels in der Bedergasse, am westlichen parallel laufenden Hügel in den Einschnitten beim Kratz und beim steinernen Tische. — Auch im Limmatbett haben die für Legung der Wasserröhre nothwendig gewordenen Ausbaggerungen, von der Schipfe bis zur obern Brücke

hinauf, die Existenz eines Gürtels von Fündlingen dargethan, von denen einige bei der Schwanenkolonie aufbewahrt sind; bekanntlich lag auch früher nahe thalab von der untern Brücke in der Limmat ein mächtiger Block schwarzen Kalksteins, dessen jeweiliges Auftauchen aus dem Wasser die Metzgerzunft durch ein auf ihm abgehaltenes Fest feierte.

Rechts der Limmat zeigte sich ächter Moræneutypus vom obern Theil der Rosengasse an gegen den Abfall der Stüssihofstatt, im Leuengässli, in der Markt- und Krebsgasse, in der Safran ist der gewaltige Block schwarzen Marmors, der einem Theil des Hauses als Fundament dient, und in welchen der Gang zum Keller eingehauen ist, von den Eigenthümern des Hauses neulichst zu Ehren gezogen worden; Moræneutypus wurde ferner entblösst in den sämmtlichen Gassen und Strassen, die von der Gegend des Limmat- und Seegestades aus über den Hügelzug führen, der vom Niederdorf und der Brunngasse ansteigend die Quartiere des Brunnenthurmes, des Grossmünsters, der Kirchgassen und der Winkelwiese trägt und jenseits des Ræmistrasseneinschnitts in der hohen Promenade und dem Kirchhof über den Kreuzbühl sich erstreckt, nach kurzer Unterbrechung beim Kreuzplatz aber seine Fortsetzung findet in der Bodenwelle der Vogelhütte und der Neumünsterkirche, bei deren Gründung die ausgezeichnetsten moræneartigen Ablagerungen entblösst waren, wie diess auch bei Anlegung des Kirchhofs der Fall war.

Ein Blick auf die Karte überzeugt wohl Jedermann, dass hier wirklich die Theile Eines, freilich kaum je vollständig durchgehend gewesenen Walles vor uns liegen, dessen Moræuen-Character sich auch bestätigt durch die Gegenwart zahlreicher bekritzter Steine und, wie oben berührt, durch die Verschiedenheit seiner Materialien, indem rechts der Limmat die Serufgesteine nebst Begleitern, links derselben schwarzblaue spröde Kalksteine und Nagelfluhblöcke vorwalten, ein Gegensatz, der sich noch in erhöhtem Maasse ausspricht in den beidseitigen Fortsetzungen, von denen die an der rechten Seite wahrscheinlich den grössten circa 72,000 Cubikfuss messenden Fündling des Linthbeckens, den Pflugstein, westlich von Wetzweil (560 Meter ob Meer) in sich begreift, aber nicht so deutlich als Wall ausgesprochen ist wie links vom Zürichsee. Hier nämlich finden wir den Molasseboden zwischen dem See und der Sihl bis an die Kantonsgrenze bedeckt mit einem ungeheuren Fündlingsmaterial, welches bald als einfacher, jedoch gewöhnlich mit Stufen versehener und die Höhe des Rückens bildender Wall sich darstellt (z. B. Langforst ob Oberrieden), bald in 2, 3 und mehreren, zwischen Hirzel und Furthof ob Wädenschweil wenigstens 9 bis 10, durch feuchte zum Theil torfige Thälchen von einander getrennten Wällen aufgehäuft ist. Diese Wälle

folgen sämmtlich ungefähr der Richtung Süd-Ost-Nord-West, entsprechen in ihrer Gestalt und ihrem Verlauf vollständigst den Seitenmoränen der jetzigen Gletscher, die bei einer mit Unterbrechungen verbundenen Abnahmsperiode abgelagert werden; sie zeigen auch, wie letztere, ein auffallend gleichförmiges Gefäll, indem z. B. der Horgeregg-Zürich-Wall sich auf je 1000 Meter Längenerstreckung um etwa 14,3 Meter senkt und gerade durch diese Gleichmässigkeit seiner Höhenabnahme darauf hinweist, dass seit seiner Entstehung in dieser Gegend keine Schwankungen des Erdbodens stattgefunden haben. Auch der Bestand dieser Wälle ist ganz moränenartig; denn wo immer Einschnitte in sie gemacht worden sind, z. B. an der Strasse Gattikon-Thalweil, zeigt sich in ihnen ein chaotisches Durcheinander von grossen zum Theil colossalen Blöcken mit kleinerm bis feinstem Material und wir überzeugen uns zugleich, dass die Mächtigkeit dieser Schuttmassen hier wenigstens 19 Meter beträgt (Strassenhöhe 551 Meter, Ochsenrainhöhe 570 Meter ob Meer), wahrscheinlich aber an 50 Meter, da die Molasse in Gattikon und gegen Thalweil hin erst etwa im Niveau von 520 Meter auftritt.

Liegt demnach in den Moränenwällen ein immenses Fündlingsmaterial vor uns und bedeckt solches (Seite 5) auch den Kamm des Albis-Uetliberg-, sowie des Pfannenstiel-Zürichberg-Rückens, so wird es uns nicht überraschen, dass auch die zwischen diesen zwei Hauptniveaux befindliche Zone mehr und minder mit Fündlingsmaterial bedeckt ist (stellenweise z. B. in der Grieugrube der Allmend Zürichberg in einer Mächtigkeit von wohl 6—8 Meter), da sie während der Zeit, die zwischen dem Anschwellen und der Abnahme der Gletscher verfloss, von Eis bedeckt gewesen sein muss. Ziehen wir ferner in Betracht, dass bei der Abnahme der Gletscher durch das Schmelzen des Eises sehr bedeutende Wassermassen entstehen mussten, und dass der je vom Eise verlassene »aber« gewordene Boden sofort der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt war, so wird uns klar, dass an den Gehängen Abschwemmungen von Fündlingsmaterial, und wo Molasse zu Tage lag, z. B. unter der Gegend des Polytechnikums, von Sandstein und Mergel erfolgen mussten, welche sich dann an flachen Stellen wieder ablagerten und allfällige Vertiefungen auffüllten, natürlich in um so unregelmässigorer Weise, je weniger Wasser dabei im Spiele war, oder je regelloser letzteres hin und her schweifte und dabei seine frühern Absätze theilweise wieder zerstörte. Anderwärts sammelte sich das Wasser zu constanteren Bächen, die mit der Zeit sich mehr oder minder tief in den Schutt eingruben (Wolf-, Halden-, Waltens-Bach u. s. w.), bei günstigen Verhältnissen sich selbst in die Molasseunterlage einsägten, z. B. Nebel-, Klus- und Stöckenbach, und das ausgefegte Material der Niederung zu-

führten. So entstanden ohne Zweifel nach dem successive erfolgten Verschwinden des Eises die auf der Karte mit 3 bezeichneten Ablagerungen; diese bestehen an vielen Stellen (ausgedehnte Strecken am Abhang des Zürichbergs, im Rennweg u. s. f.) aus ganz oder fast ganz schichtungslosem Schutt, in dem jedoch hie und da eine Sand- oder Grienschweife sich zeigt; diess Material, bei uns Zürichboden, an andern Orten Estrich genannt, hat gewöhnlich eine bedeutende Festigkeit, welche unsere Vorfahren sich dadurch zu nutze gemacht haben, dass sie beim Graben der Hauskeller das Erdreich unter der projektirten Hausmauer bloss auf die Dicke etwa eines Fusses aushoben und die Wand des Zürichbodens nur verkleideten mit einer Kugelsteinmauer von dieser Dicke (Fig. 4). An andern Stellen bekundet sich die stattgefundene Wasserwirkung deutlicher durch ausgesprochenere Schichtung; doch zeigt diese immerhin sehr zahlreiche Unregelmässigkeiten, so dass wir hier ganz den Typus der Seite 7 u. beschriebenen Massen vor uns haben, welche auf einer vom Gletscher verlassenen Strecke durch Wasser ausgeschwemmt werden oder mehr und minder intact liegen bleiben (Fig. 5).

Dass Ablagerungen von dieser und verwandter Natur natürlich regelmässiger Circulation des in sie eingedrungenen Regen- und Schneewassers äusserst ungünstig sind, versteht sich von selbst und es erklären sich daher die Schwierigkeiten, mit denen das Auffinden von Quellen bei uns oft verbunden ist, indem die meisten und bedeutendsten Quellen der Umgebung Zürichs gerade aus solchem Boden hervortreten. Solche Massen bilden aber begreiflicher Weise nicht ein abgeschlossenes Ganzes, sondern sie gehen vielfach in solche über, bei deren Niederschlag das Wasser in noch höherm Grade betheiligt war und die daher mehr den Character von Gletscherboden (Seite 9) zeigen, wie diess im Hottingerboden der Fall ist; die auf der Karte zwischen 3 und 4 gezogenen Grenzen machen somit nicht Anspruch auf Genauigkeit, sollen nur ungefähr die Gegend bezeichnen, in welcher der Character des Materials sich mehr oder mindert ändert.

Einen wie langen Zeitraum seit dem Verschwinden des Gletschereises aus unserer Gegend die besprochenen Vorgänge in Anspruch genommen haben, bis durch sie die gegenwärtige speziellere Gestalt und Beschaffenheit des Bodens in ihren Hauptzügen bei uns herbei geführt wurde, lässt sich nicht bestimmen; dagegen scheint es fast unzweifelhaft, dass wahrscheinlich im Anfange dieses Zeitraumes der hauptsächlichste Abfluss des See's nicht durch das jetzige Limmatbett, sondern durch die zwischen der Katz und St. Anna befindliche Lücke des Moränenwalles stattfand; bei den Ausgrabungen, die im Limmatbett seit einer Reihe von Jahren vorgenommen worden sind, fand sich nämlich bis zur Fündlingszone hinauf

unter der etwa 1 Meter dicken Kiessohle des Flussbettes eine etwa 0,2 bis 0,3 Meter dicke, kalkige, weissliche Lage; im Fündlingsgebiet schien sie mit Ausnahme der Gegend der Fleischhalle meist durch Kalksinter vertreten zu sein, der die Steine überkrustet hatte; vom Rathhause aufwärts bis gegen die Münsterbrücke hinauf aber fand sie sich unter dem auch hier etwa 1 Meter dicken Kies wieder vor, im gleichen Niveau auch in der Storchengasse, verlor sich aber im Münsterhof im Schliesand und zeigte sich auch oberhalb der Münsterbrücke nicht mehr. Diese Lage hat also offenbar in der angegebenen Ausdehnung einmal die Oberfläche des Bodens gebildet, ist die oberste Erdschicht gewesen. Nun besteht dieselbe aus lockrer, durch etwas Letten verunreinigter, Tugmark ähnlicher Kalksubstanz, gleicht ganz auffallend der sogenannten Seekreide, welche gewöhnlich die Sohle der Torfmoose bildet und ist wie diese meistens erfüllt mit ganzen und zerbrochenen Schälchen von Süsswasserconchylien, namentlich von Limnæus, Planorbis, deren Bewohner offenbar einst an Ort und Stelle gelebt haben und die gleichzeitige Existenz eines starken strömenden Wassers, wie die Limmat ist und damals wohl in noch höherm Grade war, auszuschliessen scheinen, da diese Thiere nur in seichtem, langsam dahinschleichendem Wasser leben können; zum gleichen Schlusse führt auch die lockere, geringen Widerstands fähige Beschaffenheit dieser Schicht.

Muss demnach angenommen werden, dass damals hier nur wenig Wasser durchgeflossen sei, so ist später die jetzige Richtung des Hauptausflusses des See's durch die Anschwemmungen der Sil herbeigeführt worden, welche ihren mächtigen, über das ganze Silfeld sich erstreckenden Schuttkegel allmälig erhöhte, ihre Kiesmassen durch die Lücken zwischen den Moræenenhügeln seewärts trieb und so die Kieslage bildete, welche im Schanzengraben von der Katze an bis zum See aufgedeckt wurde, beim Windegg in 16 Fuss Tiefe unter der Oberfläche liegt und sämmtliche Pumpbrunnen des Post-, Schanzengraben-, Thalacker- und Bleicherweg-Quartiers mit Wasser speist, wie sich deutlich durch das Abstehen aller dieser Pumpbrunnen ergab, als im Winter 1863 der Schanzengraben durch Sperren bei seinem Einflusse und durch Auspumpen trocken gelegt wurde.

Die Hauptmasse der Limmat musste also durch diese Kiesauffüllung ihrer jetzigen Richtung zugetrieben werden; aber auch in dieser Richtung wurde sie durch die Geschiebbänke der Sil fortwährend gegen das rechte (1860 thalauf vom Drahtschmidli entblösst gewesene) aus anstehendem Molassefels bestehende Ufer gedrängt und gleichzeitig sammt dem See in das Niveau aufgestaut, welches sie vor Anlegung der Uferbauten an der Sil und vor den im Limmatbette vorgenommenen Ausräumungs- und Regulirungsarbeiten inne gehabt hat, ein Niveau, das

bei hohem Wasserstande, freilich zum Theil in Folge der später erstellten Pallisaden und der bei der obern und bei der untern Brücke angebrachten Stauvorrichtungen noch in den ersten Decennien des jetzigen Jahrhunderts um ein Meter und mehr höher gewesen ist als dasjenige, welches sie gegenwärtig je erreicht. Dieses Niveau mag indess ursprünglich noch bedeutend höher angestiegen sein, da die Limmat im Gebiete der Moræne den feinern Schutt wohl allmälig weggeschwemmt und so diesen Querriegel erniedrigt hat.

Dieses, wenigstens zeitweise höhere, Niveau des See's und seiner Mündungsgegend rief dann natürlich die vorherrschend schliesandigen, lettartigen und moorigen Absätze hervor, deren ungefähres Gebiet auf der Karte blau bemalt ist und deren erdiges Material anfangs theilweise durch die schlammigen Bestandtheile der Morænehügel, dann hauptsächlich durch den Hornbach bei seinen Anschwellungen geliefert und durch die Wirkung des von Südwinden bewegten See's über die ganze Fläche verbreitet wurde.

Diesen Vorgängen entsprechend, finden wir vorherrschend lettigen Boden, hauptsächlich links vom See und dem Limmatausflusse, wie die behufs der Fundamentirung von Häusern dort vorgenommenen zahlreichen Ausgrabungen vielfach constatirt haben; so z. B. sah man im Jahr 1869 beim Windegg von oben nach unten

2,1 Meter aufgewühlten Boden,

1,7—2 id.
- Lett, etwas graulich, ähnlich dem beim Venedigli vor einigen Jahren aus dem See ausgehobenen Schlamm aber ohne deutliche Schichtung,
- Lett gelblich,
- Lett blaugrau, steigt gegen die Bahnhofstrasse auf die 10 Meter lange Entblössung um 0,3 Meter an.

0,3 id. Lett blaugrau.

0,5 id. lettige schwärzliche Moorerde mit Baumtrümmern, hie und da von Wurzeln durchzogen, von denen einzelne bis auf's Grien hinabreichen; sie verdünnt sich gegen den Bahnhof hin bis auf weniger als 0,2 Meter.

0,5—0,6 Meter Lett grau, fest, zart, wird etwas mächtiger gegen die Bahnhofstrasse hin.

Grien, in welches der Sodbrunnen hinabreicht, dessen ungewöhnlich grosse Menge von organischen Zersetzungsproducten sich leicht aus dem Dasein der wenig höhern Moorlage erklärt.

Rechts vom See besteht die Ufergegend ebenfalls aus einer Lettbank, in deren Schutz sich landwärts das freilich mit mehr und weniger Schlamm verunreinigte

Torflager ausbildete, dessen Ausdehnung auf der Karte hauptsächlich nach den Beobachtungen eingetragen ist, welche die neusten Grabungsarbeiten in Riesbach der dortigen Baubehörde zu erheben gestatteten. Auch im Fundamente des gewundenen Schwertes hatte sich ein wohl in Folge der darauf lastenden Mauern so dicht gewordenes Torfmaterial gefunden, dass es fast an die Schieferkohlen von Wetzikon und Dürnten erinnerte.

Mit der Annäherung gegen den Hornbach hin mischen sich dem Schlamme mehr und mehr Sand- und Kieslagen bei; die auf der Karte gezogene Grenzlinie zwischen Hornbach- und Seeanschwemmungen existirt also auch hier in der Natur nicht, bezeichnet nur ungefähr die Gegend, in der die Bodenbeschaffenheit sich zu ändern beginnt; diese gleiche Bemerkung gilt auch für die auf der Karte links vom See eingezeichnete Grenzlinie, indem auch hier Moræneschutt, Sil- und Seeablagerungen auf manigfaltige Weise in einander eingreifen und gegenseitige Uebergänge stattfinden.

Zu den verhältnissmässig sehr jungen Ablagerungen gehört ferner der bis über 50 Fuss mächtige Lehm, der ob Wiedikon behufs der Ziegel- und Geschirr-Fabrication ausgebeutet wird. Bei diesen Ausgrabungen finden sich nicht selten aufrecht stehende mit den Wurzeln noch im Lehmboden haftende Baumstrünke, deren gegenseitige Lage beweist, dass der Boden, auf dem sie aufwuchsen, steiler geneigt war als die jetzige Oberfläche. Die Abstiche in den Gruben zeigen zugleich, dass der Lett nicht durchweg die gleiche Beschaffenheit hat, sondern lagenweise etwas verschieden ist in Farbe und Qualität. In der Grube der Actien-Backsteinfabrik fanden sich auch, etwa 25 Fuss unter der ursprünglichen Oberfläche, im obern Theile einer etwa 2 Fuss dicken bläulichen thonigen Lage Schalentrümmer von Landschnecken (Helix) und schwärzliche vermoderte Pflanzentheile. Diese Lagen erstrecken sich aber nicht gleichförmig über das ganze Lehmgebiet und bekunden dadurch wie durch ihre Beschaffenheit, dass sie das Resultat von Schlammströmen sind, welche zu verschiedenen Zeiten am höhern Gehänge des Berges entstanden, und die durch Frost und Regen aufgelockerten und aufgespeicherten Trümmer der dortigen sandigen und mergeligen Molassebänke der Tiefe zuwälzten und so den ehemaligen Boden erhöhten, die Bäume erstickten und hier thonigen Lett, dort etwas sand- und kalkreicheres Material liegen liessen. Ist die Angabe des jetzt verstorbenen Lehmstechers Sigg in Wiedikon richtig, dass bei Binz im Jahre 1826 unter dem Lehm ein mit bunten Steintäfelchen belegter Boden gefunden wurde, auf welchem ein Eseleisen und ein Stück blau und weiss getupfter harter Scherben gelegen haben, so kann die Ablagerung erst zur Zeit der Römer oder im Mittelalter begonnen haben.

Wir langen hiemit bei den Umgestaltungen des Bodens an, welche jetzt noch unausgesetzt Tag und Nacht vor sich gehen und trotz ihrer Unbedeutendheit während eines Menschenlebens im Laufe der Zeiten eine Ausgleichung zwischen Berg und Thal, ein Sanfterwerden gegenwärtig noch schroffer Formen bewirken. Die auffallendste Erscheinung dieser Art in unsrer Gegend ist die Verkleinerung der Uetlikuppe, die von Zeit zu Zeit durch Herabstürzen von Felsen erfolgt, indem im Frühjahr 1783, 1819 und am 11. März 1850 grosse Massen, das letzte Mal ein mehrere 100 Cubikklafter haltender Block hinab fielen; auch sind wohl vor einigen 100 Jahren die Kinder, wenn sie zum ersten Male den Uetliberg besuchten, noch nicht durch die Belehrung erfreut worden, dass man sie unter dem Kindlistein hervorgeholt habe, weil dieser damals ohne Zweifel noch einen Bestandtheil der Kuppe selbst bildete. Aehnliche Ablösungen bereiten sich auch jetzt wieder vor, wie die unter den festen Conglomeratbänken befindlichen Unterhöhlungen beweisen, die sich stets vergrössern, indem die auf Spalten in die lockre Unterlage eingedrungenen Tagwasser hier sowohl kalkige Bestandtheile chemisch auflösen und wegführen als lose Geschiebe ausschwemmen. — Es lässt sich daher voraussehen, dass in einer freilich noch sehr entfernten Zukunft das Material der ganzen Uetlikuppe der Tiefe zugefallen, sie selbst verschwunden sein wird. — Aehnliche Eingriffe in die Gehänge und Erniedrigungen der Grathöhe sind am ganzen Uetliberg-Albis-Rücken im Gange, wie der Besuch desselben veranschaulicht, und im stärksten Maasse finden sie natürlich an den Stellen statt, die in Folge von Abholzung den Einwirkungen des Regens und Frostes am meisten ausgesetzt sind.

Lässt sich aus solchen allgemeinen Wahrnehmungen der jährliche Betrag der Abschwemmung nicht feststellen, so bietet uns dagegen der Schutt, den der Wolfbach in dem im Turnplatz liegenden Bassin in einer gewissen Zeit ablagert, einen freilich gegenwärtig noch sehr unsicheren Maassstab zur Beurtheilung des Quantums Steinmaterials, das aus dem Quellgebiet des Wolfbachs jährlich fortgeführt wird, und wir gewinnen dadurch einen Anhaltspunkt zur ungefähren Schätzung des Betrags der bei uns überhaupt auf mechanischem Wege vor sich gehenden Abschwemmung, indem die Verhältnisse des Wolfbachgebiets denen vieler anderer Gegenden ähnlich sind. Da das oben erwähnte Bassin nach dessen Anlage bis November 1865 von Zeit zu Zeit nur theilweise und im Taglohn gesäubert wurde, so liegen gegenwärtig nur zwei für unsern Zweck brauchbare Messungen vor; die eine umfasst den Zeitraum von November 1865 bis Mai 1868, also 2 ½ Jahre, während deren sich im Bassin 961 Cubikmeter oder per Jahr 384 Cubikmeter Materie

angesammelt hatten. Die zweite Messung ergibt für das Jahr 1869 nur 63 Meter, wobei jedoch in Betracht zu ziehen ist, dass der Wolfbach bei der jetzigen Abfluss-Einrichtung die ganz feinen Schlammtheile nicht mehr in dem Maasse liegen lässt wie es früher der Fall war, und dass das Jahr 1867 sehr, im Vergleich zu 1869 überaus nass gewesen ist, also leicht mehr Schwemmerde hat liefern können als sonst mehrere Jahre zusammen genommen. Setzen wir das Quellgebiet des Wolfbachs nach einer annähernden Abmessung in der Kantonskarte an zu einem Flächenraum von 2,400,000 Quadratmeter, so würden die 384 Cubikmeter bei gleichmässiger Vertheilung auf diese ganze Fläche einer jährlichen Wegführung einer 0,00016 Meter oder $^1/_{6250}$ Meter dicken Schicht entsprechen; die 63 Cubikmeter ergäben einen Abtrag von nur 0,000026 oder $^1/_{38461}$ Meter; erhöhen wir aber diese 63 Cubikmeter, die in Betracht des abfliessenden feinsten Schlammes eine zu niedrige Annahme sind auf 96, ziehen aus dieser Summe und den 384 Meter das Mittel 240, so erhalten wir als den jährlichen Abtrag $^1/_{10000}$ oder auf 10,000 Jahre 1 Meter.

Wie immer dieser Abtrag sich bei Vervielfältigung der Messungen heraus stellen mag, so lehrt der Augenschein, dass derselbe nicht gleichförmig auf der ganzen Oberfläche erfolgt, sondern in den Bachbetten und überhaupt an steilen Stellen am bedeutendsten ist.

Ein frappantes Beispiel hiefür liefert der Hornbach, dessen etwa $1^1/_2$ Meter hoher in der Nähe des Drahtzuges befindlicher Fall in 34 Jahren um nahezu 7 Meter (20 Fuss) also im Durchschnitt jährlich um 0,196 Meter (5,88 Zoll) zurückgewichen ist.

Ausser dieser mechanischen Abwaschung findet namentlich im Innern des Bodens durch die Quellen auch eine chemische Auflösung statt, deren Betrag weit bedeutender ist als man oft anzunehmen geneigt sein möchte. Von der Richtigkeit dieser Anschauung kann man sich an jedem Kochherde überzeugen, wenn man beobachtet, in welch kurzer Zeit die Wände eines Wasserkessels sich mit dem sogenannten Pfannenstein überziehen. Eine solche, lange Zeit fortgesetzte, Auslaugung der Kalkbestandtheile des Bodens muss nothwendig auch eine Abnahme des vorhandenen Materials und damit ein Zusammensinken desselben zur Folge haben.

Hiemit mögen die Betrachtungen über die Vorgänge schliessen, durch welche die jetzige Gestalt und Bodenbeschaffenheit unsrer Gegend und damit zugleich ihre Wasserverhältnisse bedingt worden sind. Der Raum und nächste Zweck dieser Blätter gestattet es nicht auf die Complicationen einzutreten, die in Wetzikon,

Dürnten und anderwärts in den Fündlingsablagerungen vorhanden sind; rücksichtlich der Vermuthungen aber, welche über die Ursachen der klimatischen Veränderungen unserer wie anderer Gegenden aufgestellt werden können, müssen wir uns auf die Bemerkung beschränken, dass dieselben wohl hauptsächlich in Aenderungen der Vertheilung zwischen Festland und Meer zu suchen sind.

II. Allgemeine Bemerkungen über Quellen und Grundwasser.

1. Ursprung des Wassers.

Alles Wasser, mit dem wir es hier zu thun haben, rührt von den atmosphärischen Niederschlägen, den Hydrometeoren, Regen, Thau und Schnee aus einem höher liegenden Quellengebiete her. Sein Quantum kann dasjenige dieser Niederschläge unmöglich übersteigen, und lässt auf die Ausdehnung des Quellgebietes schliessen, wie umgekehrt die Ausdehnung eines Quellgebietes auf die Menge des unterhalb zu Tag tretenden Wassers schliessen lässt. Allerdings muss man sich dabei von den zwischen dem Augenblicke des Regen- oder Schneefalles und jenem der Beobachtung stattfindenden Wasserverlüsten, sowie von der zwischen einem begränzten Quellgebiet und einer Beobachtungsstelle möglicherweise stattfindenden Seitenzuflüssen Rechenschaft geben.

Alles Wasser kommt uns sonach in leicht bemerkbarer Weise durch Regen und Schnee, weniger auffallend aber auch in viel geringerem Quantum durch Thau und Reif zu. Es würde uns zu weit führen, uns auch auf die Bildungsweise dieser Niederschläge näher einzulassen; es genügt zu bemerken, dass sie sich aus der an der Erdoberfläche stattfindenden Verdunstung ergänzen, geschehe solche unmittelbar während oder nach dem Niederfallen, durch die Ausdünstung des Bodens und den Pflanzenwuchs, an der Oberfläche der Bäche, Ströme und Seen, namentlich aber des Meeres. So findet ein beständiger Kreislauf statt. Das auf der Erdoberfläche und im Meere verdunstete Wasser ersetzt sich durch entsprechende Niederschläge, das durch solche gelieferte Wasser geht umgekehrt durch die Verdunstung wieder fort, so dass trotz der vielen Zuflüsse nicht nur die Höhe des Meeresspiegels, sondern im Ganzen genommen auch die Feuchtigkeit der Luft und die Menge der Niederschläge unverändert bleiben.

Unter diesen verschiedenen Stadien, welche das Wasser durchläuft, lässt es sich jedenfalls am einfachsten bei seinem Niederfallen auf die Erdoberfläche be-

obachten; schon seit langer Zeit und an zahlreichen Orten werden daher Beobachtungen über die Masse der Niederschläge angestellt. Es genügt dazu das auf einer gewissen Fläche als Regen, Schnee und Thau niederfallende Wasser in einem Gefäss zu sammeln, und nach seinem Volumen zu bestimmen, um einen Maassstab für die Masse der Niederschläge pro Flächeninhalt zu erhalten. Diese Menge wird ausgedrückt durch die Höhe des Wassers das gleichmässig über die ganze Fläche fällt, so dass beispielsweise eine Regenmenge von 0,3 Meter eine solche Wassermenge bezeichnet, die bei gänzlich verhindertem Ablauf und Versickerung die ganze Gegend 0,3 Meter tief mit Wasser bedecken würde. Eine jährliche Regenmenge von 1 Meter würde aufgesammelt die ganze Gegend 1 Meter hoch mit Wasser bedecken. Die Menge der Niederschläge wechselt an jedem einzelnen Orte sehr, je nach der Jahreszeit und nach den verschiedenen Jahren, so dass sich erst aus einer langen Reihe von Beobachtungen ein Durchschnittswerth ableiten lässt. Für Zürich wurde im Mittel von 49 Jahren eine jährliche Regenmenge von 1 Meter Höhe gefunden. Nach den Jahreszeiten beträgt solche für die drei Wintermonate December, Januar und Februar 0,179, für die Frühlingsmonate März, April, Mai 0,230, für die Sommermonate Juni, Juli, August 0,353 und für die Herbstmonate September, October, November 0,242 Meter.

In der gleichen Gegend wechselt die Regenmenge je nach der Höhe und betrug beispielsweise in den Jahren 1864 bis 1869 auf dem Uetliberg in 874 Meter Höhe 0,885 Meter per Jahr, gegenüber 1,053 Meter in Zürich bei 480 Meter über Meer. Die Menge der Niederschläge war daher bei circa 400 Meter grösserer Höhe 16 % kleiner.

Ebenso wechselt sie in verschiedenen Gegenden je nach deren geographischer Lage, ihrer Höhe über Meer, der Gestaltung der Bodenoberfläche und der grössern oder geringern Bewaldung.

Wo es sich darum handelt aus der Regenmenge Schlüsse auf das aus einem Gebiet abfliessende Wasser zu ziehen, ist es sehr wichtig nicht allzusehr auf Mittelzahlen zu rechnen, namentlich da, wo es sich um Gewinnung von Wasser und damit um Bestimmung des kleinsten zu erwartenden Quantums handelt. Oft bleibt eine Reihe von Jahren unter dem Mittelwerthe zurück, wo sich dann bedeutende Abweichungen von den auf Mittelzahlen beruhenden Berechnungen ergeben.

Das als Regen und Schnee zur Erde fallende Wasser vertheilt sich an der Erdoberfläche in verschiedenen Richtungen.

Zu einem Theile wird es sofort an der Oberfläche oder nach einem Eindringen in geringe Tiefe verdunsten und durch die Vegetation aufgenommen; zu einem

andern Theile läuft es oberflächlich ab, und bewirkt je bei stärkern Regengüssen ein Anschwellen der Bäche; ein dritter Theil endlich versickert, das heisst das Wasser dringt in den Boden ein und setzt seinen Weg in demselben auf eine gewisse Distanz fort; schliesslich gelangt es entweder in Quellen an die Oberfläche oder bewegt sich als Grundwasser unterirdisch weiter.

Liesse sich jeder dieser drei Theile direct messen, so müsste die Summe dem gefallenen Wasser entsprechen; es wird sich jedoch bald zeigen, dass es äusserst schwierig ist diese Messungen genau vorzunehmen.

Bei der Verdunstung handelt es sich keineswegs um die Verdunstung auf einer Wasserfläche, wie solche schon vielfach direct beobachtet worden ist. Letztere, die Verdunstung auf einer Wasserfläche, findet unausgesetzt statt, wird allerdings durch die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, welche mit den Niederschlägen zusammenhängen, beeinflusst ohne jedoch in directer Beziehung zu diesen zu stehen. So erhält man selbst eine grössere Verdunstung als die Höhe der Niederschläge, überhaupt eine Grösse, welche sich mit letzterer gar nicht vergleichen lässt. Wenn sogar Versuche mit bepflanzten, beständig befeuchteten Flächen gemacht wurden, welche ein noch grösseres Resultat gegeben, haben solche in dieser Richtung ebenfalls keine Bedeutung, da das im Laufe des Jahres verdunstete und durch die Vegetation aufgenommene Wasserquantum offenbar geringer sein muss als die Niederschlagsmenge, indem sonst für oberflächlichen Ablauf und für die Quellen gar nichts übrig bliebe.

Die Verdunstung, mit der wir es hier zu thun haben, ist direct von der Vertheilung der Niederschläge abhängig; jenes Wasser, das sofort oberflächlich abfliesst und dasjenige, das schnell genug in die Erde versinkt, wird ihrer Wirkung entgehen, und erstreckt sie sich daher nur auf den Theil, welcher durch die Capillarität lange genug in den obersten Bodenschichten festgehalten wird. Eine directe Messung dieser Verdunstung ist wohl unmöglich, und kann ihr Betrag nur durch Messung des oberflächlich abfliessenden und des in einer gewissen Tiefe aufgefangenen, versickerten Wassers ermittelt werden.

Versickerung. Das Verhältniss dieser beiden Quantitäten wird hauptsächlich durch die Gestaltung und Beschaffenheit der Bodenoberfläche bestimmt. Ist solche stark geneigt, ziemlich wasserdicht und nicht bepflanzt, so läuft viel Wasser oberflächlich ab, ist sie dagegen eben, besteht sie in einer lockern tiefer bepflanzten Humusschicht, so wird nahezu kein Wasser oberflächlich abfliessen; in diesem Falle giebt der Unterschied zwischen der gemessenen Menge des versickerten Wassers und der Regenmenge die Menge des verdunsteten Wassers an,

so dass also die unter solchen Verhältnissen vorgenommene Messung der Versickerung durch Subtraction von der Niederschlagsmenge auch als Messung der Verdunstung dient.

Directe Messungen der Versickerung, bezogen auf die an der gleichen Stelle gemessene Regenmenge, so wichtig dieselben auch sein mögen, liegen leider noch sehr wenige vor. Sie wurden zuerst von dem berühmten englischen Physiker Dalton angestellt, und sind namentlich die während 25 Jahren in Herdfordshire (England) durch Mr. Dickinson angestellten Beobachtungen bekannt geworden.

Die Versuche wurden mittelst eines Dalton'schen Infiltrationsmesser, Lysimeter angestellt, bestehend in einem in den Boden gegrabenen ca. 1 Meter tiefen Blechgefäss mit senkrechten Wänden, das oben offen, unten geschlossen ist, und von dessen tiefstem Punkte aus eine Abzugsröhre nach einer Stelle führt, wo das abfliessende Wasser beobachtet werden kann. Dieses Gefäss wird mit der ausgegrabenen Erde möglichst genau dem ursprünglichen Zustand entsprechend eingefüllt und auch die Oberfläche mit ihrer Pflanzendecke wieder möglichst in den frühern Stand gestellt. Alles Wasser, welches auf der von dem Blechkasten eingenommenen Fläche versickert und bis auf dessen Tiefe in den Boden dringt, wird durch die untere Abflussröhre gemessen. Dabei geht man von der Ansicht aus, dass die Verdunstung in dieser Tiefe aufhöre, ob das Wasser ruhe oder sich bewege.

Die Angabe der versickerten Wassermenge geschieht in gleicher Weise wie diejenige der Niederschlagsmenge, nämlich nach der Höhe, welche das Wasser, über die ganze Oberfläche gleichmässig vertheilt, einnehmen würde. Die betreffenden Zahlen lassen sich also direct mit der Niederschlagshöhe vergleichen. Immerhin müssen sich die Ablesungen und Aufzeichnungen über eine bestimmte Zeit erstrecken, da man es hier mit einer fortlaufenden nicht wie im andern Falle mit einer periodischen, in einzelnen Niederschlägen bestehenden Erscheinung zu thun hat.

Aus diesen Versuchen zeigt sich, dass die Versickerung in den verschiedenen Jahreszeiten eine sehr verschiedene ist und namentlich auch von der Vertheilung der Niederschläge abhängt, da von schwächern Regenfällen fast nichts zur Versickerung gelangt. Für England ergab sich aus jenen Versuchen, dass im Sommerhalbjahr bloss ca. 10 % der Niederschlagsmenge versickern, im Winterhalbjahr ca. 45—75 %, durchschnittlich ca. 25—45 %. In einzelnen trockenen Jahren fiel die Versickerung auf bloss 7,4 %, so dass also 92,6 % durch Verdunstung verloren gingen.

Da bloss das versickerte Wasser bei seinem weitern Eindringen in den Boden zur Speisung der Quellen dient und für alle Fragen, welche die Quellen und deren Wassermenge betreffen, nicht sowohl die Niederschlags- als die Versickerungs-Menge maassgebend ist, so muss die Bestimmung der letztern, sei es direct oder durch Ableitung ihres durchschnittlichen Verhältnisses zur Niederschlagsmenge von grösstem Werthe sein. Die zahlreichen Beobachtungen der Regenmengen erhalten eigentlich erst durch eine Ergänzung in dieser Richtung ihren vollen Werth.

Zur Ermittlung dieser Verhältnisse in unserm Gebiet sind durch die städtische Bauverwaltung seit dem Spätjahre 1866 im Adlisberg, in 660 Meter über Meer, an zwei Versickerungsmessern Beobachtungen angestellt worden, welche sich auf Tafel 2 graphisch dargestellt finden. Dieselben sind mit den in der Sternwarte Zürich beobachteten Niederschlagsmengen in Verbindung gebracht, da es nicht möglich war, am gleichen Orte einen Regenmesser sicher aufzustellen und regelmässig abzulesen. Da diese Beobachtungen zur Vergleichung mit dem Quellenertrag der rings um die Stadt vertheilten Brunnenleitungen dienen sollen, war die Distanz der Beobachtungsstelle von jener des Regenfalles weniger nachtheilig, indem letztere ziemlich mitten im Gebiete liegt. Doch thut diese Distanz dem Werth der Beobachtungen bedeutenden Eintrag, und wäre daher sehr zu wünschen, es möchten gleiche Beobachtungen unmittelbar neben der Sternwarte als der meteorologischen Centralstation angestellt werden.

Von den beiden Versickerungsmessern im Adlisberg befindet sich der eine im Wiesenboden, der andere im Wald. Leider wurde das Holz im December 1868 gefällt, und befindet sich sonach seither an der Stelle des letztern Versickerungsmessers nur niedriges Gestrüpp.

Aus nachstehender Tabelle und noch mehr aus der graphischen Darstellung Taf. 2 lässt sich entnehmen, wie ungleich der Einfluss der Verdunstung in den verschiedenen Jahreszeiten ist und wie sehr er überhaupt von der Vertheilung der Niederschläge abhängt. Namentlich bei andauernder Trockenheit gelangt fast nichts mehr zur Versickerung, so während der drei Sommermonate des Jahres 1868 und 1870, was dann auch die grosse Abnahme der Quellen erklärt. Auf der andern Seite ist der Winter der Versickerung sehr günstig, indem das Wasser im Schnee zurückgehalten wird und bei der Schneeschmelze zum grössten Theil versickert. Nach den Beobachtungen von 1867 nnd 1868 scheint die Verdunstung im Walde grösser zu sein als in der Wiese. Die Beobachtungen von 1869 und 1870 haben in dieser Hinsicht keine Bedeutung, da das niedrige Gesträuch in abgeholztem Waldboden kein normaler Zustand ist.

Die Versickerung während der ganzen Beobachtungszeit beträgt für
die Wiese . . . . 55.9 % der Regenmenge
den Wald . . . . 55.3 % »
sonach durchschnittlich 55 ½ %, und per Tag 1.7 Millimeter.

	1867			1868			1869			1870		
	Total Regenmenge	Versickerung		Regenmenge	Versickerung		Regenmenge	Versickerung		Regenmenge	Versickerung	
		Wiese	Wald		Wiese	Wald		Wiese	Wald		Wiese	Wald
Januar	123.5	110.4	91.1	33.7	34.6	22.1	19.5	40.9	12.9	8.7	36.0	40.2
Februar	72.8	63.3	49.0	6.2	45.4	19.1	18.8	66.7	64.8	18.4	36.6	28.6
März	107.2	92.1	77.5	64.0	77.1	40.0	45.0	69.8	73.6	74.3	70.5	109.3
April	145.6	109.4	93.7	92.6	43.4	26.9	90.6	45.9	84.8	8.8	10.5	11.7
Mai	125.8	88.6	78.7	10.6	21.5	9.2	125.8	29.5	116.3	56.4	27.5	16.4
Juni	221.6	92.2	110.6	104.8	0.7	16.5	143.3	45.6	119.0	64.6	9.6	3.3
Juli	52.6	17.9	36.4	100.1	0.2	7.2	149.1	72.4	108.8	106.8	0.7	0.4
August	192.2	38.5	62.6	84.8	0.2	0.4	235.4	51.0	105.7	113.9	1.7	0.6
September	140.1	111.2	82.6	93.3	13.3	0.0	100.8	37.5	88.7	92.6	0.5	7.7
October	193.3	120.4	81.4	186.1	92.0	13.6	73.8	26.1	49.3	215.9	101.0	110.3
November	28.1	22.7	12.5	52.2	58.9	29.0	68.4	79.3	92.1			
December	54.6	66.2	44.3	121.6	141.9	39.5	44.6	73.2	81.6			
	1457.4	932.9	820.4	950.0	529.2	223.5	1114.8	637.9	997.6			
		64 %	56 %		55.7 %	23.4 %		57.2 %	89.5 %			

2. Bildung der Quellen.

Das versickerte Wasser dringt nun je nach der Natur des Bodens schneller oder langsamer und mehr oder weniger tief in denselben ein. Das Fortschreiten des Wassers geschieht entweder gleichmässig durch den ganzen Boden oder es finden sich in dichterem Erdreich einzelne lockere Stellen, Kiesadern in Lehmboden, Spalten, denen sich das Wasser zuzieht, und durch welche es sich abwärts bewegt. Das mehr oder weniger senkrechte Versinken wird schliesslich aufhören, indem das Wasser entweder auf eine undurchdringliche Schicht gelangt, auf deren

Oberfläche es sich abwärts bewegt, oder indem sich dasselbe unterirdisch, sei es an einem wasserdichten Hinderniss, sei es an Wasser selbst anstaut und die sämmtlichen Poren des Bodens füllt. In diesem Falle bildet sich ein ausgesprochener Grundwasserstand, über welchen später näher eingetreten werden soll.

Beim Antreffen wasserdichter Schichten treten je nach der verschiedenen Gestaltung derselben verschiedene Erscheinungen zu Tage. Diese Schichten können sich thalabwärts neigen und an irgend einer Stelle am Abhang zu Tage treten, oder sich wenigstens demselben unter einer Schuttdecke bedeutend nähern. Hier werden sich sofort Quellen bilden und zwar stärkere, wenn sich das versickerte Wasser in Adern und Spalten concentrirt hat, schwächere, wenn es sich gleichmässig vertheilt auf der wasserdichten Schicht fortbewegt.

Die Wasser führende Schicht kann ferner selbst wieder von einer undurchdringlichen Lage bedeckt sein, so dass sich das Wasser wie in einer geschlossenen Röhre vorwärts bewegt. Bilden die einschliessenden Schichten auf- und abwärtsgehende Wellen, so folgt das Wasser denselben ebenfalls und steht dabei stellenweise wie in einem Röhrennetz unter bedeutendem Druck. Wird an einer solchen Stelle die wasserdichte Decke durchbohrt, oder hat dieselbe aus irgend welchem Grunde eine undichte Stelle, so steigt das Wasser vermöge des Druckes, unter dem es steht, in die Höhe, und gelangt, wenn der Boden hier tiefer liegt als die Druckhöhe, zum Ausfluss, und zwar bei natürlicher Oeffnung als aufsteigende Quelle, bei künstlicher Anbohrung als artesischer Brunnen. Damit dieses geschehe, ist es nicht nöthig, dass die Stelle der Anbohrung tiefer liege als der schliessliche Auslaufspunkt des Wassers im Meere oder in der Thalsohle, sondern es genügt bei hinlänglichem Wasserzuflusse, dass die Boden-Oberfläche tiefer liegt als die mögliche Steighöhe des Wassers, welche durch das Gefäll und den Reibungsverlust bedingt wird. Durch diese Bewegung des Wassers erklären sich auch die Thermalquellen. Es ist bekannt, dass die Wärme der Erde von der Oberfläche nach Innen zunimmt. Sinkt nun Wasser auf bedeutende Tiefe in's Innere der Erde, so erhöht sich hier seine Temperatur, die es zwischen den im Laufe der Zeit erwärmten Seitenwänden in mehr oder minderem Maasse bis zum Ausflusse beibehält; es entsteht somit eine Thermalquelle.

Aus dem Vorstehenden lässt sich entnehmen, dass die Wasserlieferung der Quellen sehr von der Versickerungsmenge abhängt, daher eine sehr veränderliche sein muss. Die Schwankungen sind grösser und halten mit jenen der Versickerungsmenge gleichen Schritt, wenn eine Quelle durch eine einzelne Wasserader von beschränkter Ausdehnung aus einem naheliegenden Gebiet gespeist wird. Ist

dagegen der vom Wasser zu durchlaufende Weg länger, so vergeht eine beträchtliche Zeit zwischen dem Augenblick der Versickerung und dem Ausfluss des Wassers in der Quelle. Die Schwankungen sind hier zwar noch gross, folgen aber jenen in der Versickerungsmenge erst nach einem gewissen Zeitraum. Zudem werden sie gewöhnlich durch näherliegende Zuflüsse einigermaassen verwischt, so dass der Quellenertrag dadurch gleichmässiger wird. Bei einer Quelle, die aus einem unterirdischen Reservoir gespeist wird, sind die Schwankungen ebenfalls geringer als jene der Versickerungsmenge. Der Wechsel im Quantum des zufliessenden Wassers hat ein Steigen und Fallen des unterirdischen Wasserspiegels zur Folge, der aber den Ausfluss möglicherweise nur wenig, jedenfalls nur langsam verändert. Je grösser das unterirdische Reservoir im Vergleich zum Abfluss, desto geringer sind die Schwankungen; Quellen, welche aus einem solchen Reservoire gespeist werden, bestehe solches in den zahllosen Poren einer Kiesschicht, in einem zusammenhängenden Netz von Felsspalten oder in einzelnen grössern Höhlungen, zeigen daher im Allgemeinen geringe Schwankungen und bleiben von kleinen Veränderungen der Versickerungsmenge unberührt.

Die Summe des Quellenertrages muss der Versickerungsmenge entsprechen, sofern das die betreffenden Quellen speisende Gebiet genau bekannt ist, und sofern keine seitlichen Abflüsse aus diesem Gebiet stattfinden. Diese Bedingungen machen die Vergleichung der Wasserlieferung einer Quelle mit der Versickerungsmenge in deren Quellengebiet allzu schwierig, als dass die gemessene Wassermenge einer Quelle in gleicher Weise ausgedrückt werden könnte wie Regen- und Versickerungsmenge, das heisst durch die auf die Flächeneinheit treffende Wasserhöhe. Man sieht sich darauf beschränkt, die absolute Wassermenge der Quelle anzugeben. Auf Taf. 2 sind die Messungen der Quellen in der Umgebung Zürichs graphisch dargestellt und mit den Regen- und Versickerungsmengen verglichen. Die Höhe der verschiedenen Curven entspricht dem jeweiligen Quellenertrag, ohne jedoch in einem bestimmten Verhältniss zur Höhe der Regen- und Versickerungsmenge zu stehen. Immerhin gestatten die Schwankungen der Curven eine Vergleichung.

Der Lauf des die Quellen speisenden Wassers richtet sich theils nach der oberflächlichen Gestaltung, theils nach der Schichtung und übrigen Beschaffenheit des Bodens im Quellengebiet. Sind diese Verhältnisse genau bekannt, so lässt sich aus ihnen das Vorhandensein von Wasser an bestimmten Stellen mit Wahrscheinlichkeit ableiten, und dessen ungefähres Quantum angeben. Es gestattet diese Kenntniss an Orten, wo bisher kein Wasser an die Oberfläche trat, mit ziem-

licher Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein oder den Mangel an unterirdischem Wasser vorauszusagen, die Art, wie solches am zweckmässigsten durch Grabungen aufgeschlossen werden kann, zu bestimmen und über das zu erwartende Quantum ein Urtheil zu bilden. Sie gestattet ferner bei frischen Aufgrabungen, welche anfänglich gewöhnlich viel Wasser liefern, die Beständigkeit dieses Wasserzuflusses zu ermitteln.

Je einfacher die geologischen Verhältnisse einer Gegend sind, desto mehr tritt der Einfluss der äussern Bodengestaltung in den Vordergrund und desto leichter wird man zu einem sichern Resultat gelangen.

In diesen Erwägungen, mögen solche auch oft unbewusst sein, liegt die Wissenschaft der Brunnengräber. Noch mehr als man glauben sollte ist aber auch in unserer Gegend der Glauben an die Wünschelruthe der »Wasserschmecker« verbreitet. Aus einem gabelförmigen Zweig bestehend, der an seinen zwei Enden lose in beiden Händen gehalten wird, soll sich diese Gabel beim Betreten einer Stelle, an der sich unterirdisches Wasser vorfindet, nach abwärts neigen und so das Vorhandensein von Wasser anzeigen. Diese Ruthen sollen sogar noch den Vortheil haben, nur durch solches Wasser beeinflusst zu werden, das natürlich im Boden fliesst, nicht etwa auch durch schon gefasstes, in Leitungen fliessendes Wasser. Es wäre ja auch gar zu leicht, ihre Wissenschaft auf die Probe zu stellen, wenn sie auch solches Wasser angeben müssten. Es wird nicht bestritten, dass alte Praktiker, welche sich durch Benutzung der Ruthe in einen geheimnissvollen Nimbus einhüllen, durch unwillkürliche, richtige Beurtheilung der Bodengestaltung oft gute Resultate erzielt, und sich dadurch einen weitgehenden Ruf verschafft haben; nur darf man hier den Erfolg nicht der Ruthe zuschreiben. Der berühmte Quellensucher Frankreichs, Abbé Paramelle, hält ebenfalls nichts auf der Ruthe, und hebt ausdrücklich hervor, dass seine Wissenschaft bloss in der, allerdings erstaunlich schnellen, Beurtheilung der Bodengestaltung bestehe.

Neben dem Ertrag der Quellen kommt noch deren Reinheit in Betracht. Wir können hier nicht näher eintreten auf die fremden Bestandtheile, welche auch das scheinbar reine Regenwasser enthält, noch auf die Kraft des Bodens Verunreinigungen überhaupt zurückzuhalten und für die Vegetation nutzbar zu machen. Diese reinigende Kraft ist so gross, dass selbst das übelriechende, schmutzige Abwasser aus Städten, wenn es zur Bewässerung von Wiesen verwendet und aus solchen wieder durch Drainirröhren gesammelt wird, ganz klar und geruchlos ist. Man darf daher den Schaden, welchen eine Düngung von Wiesenflächen den im betreffenden Gebiet entspringenden Quellen bringen könnte, nicht

allzu hoch anschlagen, da diese Kraft des Bodens und der Vegetation meistens hinreicht das Wasser zu reinigen.

In directem Widerspruch mit dieser Reinigung an der Oberfläche löst das Wasser bei seinem weitern Wege durch den Boden Bestandtheile desselben Bodens chemisch auf und wird dadurch mehr oder weniger kalkhaltig oder nach dem hiefür gebräuchlichen Ausdrucke hart, wesshalb denn auch die meisten Quellen gegenüber dem weichen Regen- und Schneewasser ziemlich hart sind, Kesselstein bilden und die Seife zersetzen, sich daher weniger zum Waschen und Kochen eignen.

Je nach der Natur des Bodens findet neben dieser chemischen Lösung eine mechanische Reinigung oder Verunreinigung des Wassers statt. Besteht der Boden aus Mergel, Lehm, lehmigem Sand, Schliesand, so nimmt das Wasser ungeachtet der langsamen Bewegung Lehmtheile auf und trübt sich. Es findet diese Trübung vorzugsweise dann statt, wenn Schwankungen in der Bewegung vorkommen, wenn die Wassermenge nach starken Regenfällen wächst, daher das Wasser sich unter höherm Druck schneller bewegt, ähnlich wie das Wasser einer künstlichen Wasserleitung durch solche Schwankungen und die dadurch bewirkte Aufwühlung der nie ausbleibenden Niederschläge getrübt wird. Eine solche Trübung kann ebensowohl bei tiefliegenden als bei oberflächlichen Quellen eintreten und hängt hauptsächlich von der Natur des Bodens ab. Allerdings zeigen gewöhnlich tiefliegende Quellen weniger Schwankungen in der Wassermenge und sind aus diesem Grunde obigem Uebelstand weniger unterworfen.

Die Geschwindigkeit des Wassers im Boden ist je nach der Beschaffenheit der wasserführenden Schicht eine sehr verschiedene. Meistens wird sie der engen Poren wegen nur sehr gering sein. Es lässt sich diess namentlich auch aus der Langsamkeit ermessen, mit der neu gefasste Quellen sich auf einen bleibenden Wasserertrag einstellen; ein Umstand, der zu zahllosen Enttäuschungen und Processen führt. Wenn irgendwo in einem trockenen Jahre durch Grabungen eine Quelle entdeckt wird, glaubt man nach ein bis zwei Monaten fortdauernder Trockenheit des beobachteten Wasserertrages vollkommen sicher zu sein, während doch eine allmälige Einstellung in's Gleichgewicht, das heisst bis zu einem solchen Stande, wo die Schwankungen gleichen Schritt halten mit andern Quellen und verglichen mit diesen nicht mehr eine allmälige Abnahme zeigen, mehrere Jahre dauert. Es kann bei Ankauf von derartig frisch aufgegrabenem Wasser die Garantiezeit nie lange genug angenommen werden.

Diese Langsamkeit der Bewegung des Wassers lässt sich nach den bei künstlichem Filtriren durch Kiesschichten gemachten Beobachtungen erklären. Bei

solchen Filtern, wie deren gegenwärtig einer im Flussbett der Limmat oberhalb der Münsterbrücke in Ausführung begriffen ist, wird auf gröbern Kiesschichten nach und nach immer feinerer Sand gebettet, bis schliesslich die Oberfläche durch eine Lage feinen Sandes von 0,6 bis 0,9 Meter Dicke gebildet wird. Diese oberste Sandschicht dient in ihrer ganzen Dicke zur Herstellung der erforderlichen geringen Geschwindigkeit, während allerdings die Unreinigkeiten bloss an der Oberfläche zurückgehalten werden; und es hat die Erfahrung gelehrt, dass bei einem Drucke von circa 0,3 bis 0,4 Meter, entsprechend der Differenz in der Höhe des unfiltrirten und des filtrirten Wassers durch eine Schicht von der angeführten Dicke pro Quadratmeter Oberfläche in 24 Stunden 4 bis 4,5 Meter Wasser durchfliessen. Auf den Quadratmeter Filterfläche treffen durchschnittlich 84 % Sandkörner und 16 % Zwischenräume, woraus sich die Geschwindigkeit des Wassers bei dem Gefäll von 0,4—0,5 pro Meter zu ca. $^1/_3$ Millimeter in der Secunde berechnet. Nehmen wir nun an, dass bei einer Quelle zur Zeit von Trockenheit das Wasser nur mit schwachem Gefäll, etwa 1%, zuströmt, so erhalten wir unter der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeiten bei so kleinem Betrage in directem Verhältniss zum Gefäll stehen, eine Geschwindigkeit von $^1/_{120}$ Millimeter pro Secunde oder eine Fortbewegung von 0,7 Meter per Tag und es bedarf das Wasser um die Strecke von einem Kilometer zu durchfliessen ca. 4 Jahre.

Wenn nun auch die bei den Filtern beobachtete kleine Geschwindigkeit hauptsächlich von der Verstopfung der Oeffnungen in der obersten Schicht durch die daselbst zurückgehaltenen Unreinigkeiten herrühren mag und daher die Geschwindigkeit im reinen Sande selbst grösser ist, so geht doch aus dieser Rechnung hervor, wie lange es dauern muss, bis sich der Einfluss neuer Grabungen bis an die äusserste Grenze eines Quellgebietes geltend machen kann; erst von diesem Zeitpunkt an ist aber der Ertrag der Quelle bloss von den Niederschlägen abhängig und schöpft nicht mehr aus dem von früher her angesammelten Wasser.

Das von den Quellen ausfliessende Wasser vereinigt sich in den Bächen und Flüssen mit dem oberflächlich abfliessenden. Offenbar ist hier das von den Quellen gelieferte Wasserquantum weitaus das gleichmässigere, da der Einfluss des Bodens in der beschriebenen Art regulirend wirkt. Ein wesentlich von Quellen gespeister Fluss ist viel weniger starken und plötzlichen Schwankungen unterworfen als ein grossentheils durch oberflächlichen Zufluss gespeister. In unseren Gegenden wirken allerdings auch Schnee und Eis der Gebirge, die Gletscher, ausgleichend auf das oberflächlich abfliessende Wasser, indem die grosse Niederschlagsmenge des Winters zurückgehalten wird, um während des Frühlings und Sommers langsam dem Thale zuzuströmen.

Die Beschaffenheit einer Gegend hinsichtlich der Versickerung des Wassers, der Quellenbildung und der Natur der Bäche und Flüsse ist in engstem Zusammenhang und macht sich schon durch das äussere Ansehen bemerkbar. Man unterscheidet in dieser Richtung zwischen durchlassendem und wasserdichtem Terrain, wobei natürlich Zwischenstufen nicht ausgeschlossen sind.

In Gegenden mit durchlassendem Boden versickern alle Niederschläge schnell und vollständig; man findet daher in der Höhe im Allgemeinen sehr wenig Wasser, wenige oder nur kleine Bäche, welche selbst bei Regenwetter nicht anschwellen. Am Fusse der Abhänge treten grössere constante Quellen auf, welche ebenso constanten Bächen und Flüssen als Ursprung dienen.

In Gegenden mit wasserdichtem Boden läuft das Wasser der Niederschläge schnell ab und versickert nur zum kleinsten Theil. Man findet hier zahlreiche oberflächliche, unbedeutende und unbeständige Quellen, eine grosse Zahl von kleineren Bächen, welche bei trockenem Wetter ganz trocken sind, dagegen bei Regenwetter schnell anschwellen. Diese Verschiedenheiten geben jeder Gegend ein eigenthümliches Ansehen, so dass sich darnach die Natur des Bodens beurtheilen lässt.

Zu den durchlassenden Gegenden gehören namentlich die grossen Kiesfelder, so das Silfeld in unserer unmittelbaren Nähe, die Gegend zwischen Baltenschwyl, Tagelschwangen, Volketschwyl und Fehraltorf mit den bedeutenden Quellen bei Dietlikon, Baltenschwyl, Wangen, Volketschwyl und Fehraltorf; ferner verschiedene Kalksteinformationen, die Karrenfelder in unsern Alpen, ein grosser Theil des Jura, der Karst, die Ebene der Champagne. Ausgezeichnete Beispiele wasserdichten Bodens zeigen dagegen die an Rundhöckern (S. 8) reichen Passhöhen des Gotthards, Bernhardins, Lukmaniers, daher sich dort in jeder Vertiefung der Oberfläche ein kleines Torfriet entwickelt hat.

3. Grundwasser.

Hatten wir es in den Quellen mit dem wieder an die Oberfläche tretenden versickerten Wasser zu thun, so müssen wir es auch da betrachten, wo die Terraingestaltung derart ist, dass es in unmittelbarer Nähe nicht wieder zu Tage tritt, sondern seinen Weg unterirdisch bis zu irgend einem noch tiefer liegenden Ausflusspunkt fortsetzt. In diesem Falle versinkt das Wasser durch die obern Schichten bis auf eine gewisse Tiefe, in der es auf dort schon vorhandenes Wasser trifft, alle Poren des Bodens füllt und so ein unterirdisches Reservoir bildet, in welchem das Wasser wie in einem See sich langsam fortbewegt. Auch bei scheinbarer

Ruhe findet immer eine Bewegung nach einer Ausflussstelle statt, da sonst bei dem fortwährenden Zufluss von versickertem Wasser der unterirdische Wasserspiegel immer steigen müsste. Dieser Wasserspiegel ist der in neuerer Zeit so vielfach genannte Grundwasserstand. Oberhalb desselben ist der Boden durch das auf der Oberfläche versickerte Wasser mehr oder weniger feucht, enthält jedoch in seinen Poren immerhin noch viel Luft; unterhalb des Wasserspiegels sind alle Poren mit Wasser erfüllt, das die Luft ausgetrieben hat. Bei seiner Bewegung nach der untersten Ausflussstelle findet das Grundwasser im Boden durch die Reibung bedeutenden Widerstand, der durch das Gefäll im Wasserspiegel überwunden werden muss. Je nach der Beschaffenheit des Bodens ist dieses Gefäll verschieden und kann dasselbe ebensowohl stärker wie schwächer sein als jenes der Boden-Oberfläche. Dasselbe wächst mit der Wassermenge, welche letztere durch das Quantum des versickernden Wassers bestimmt wird, daher einem Steigen der Versickerungsmenge ein Steigen des Grundwassers folgen muss, das um so grösser ist, je weiter die Entfernung von der untersten Abflussstelle.

Der Stand des Grundwassers lässt sich am einfachsten durch den Wasserstand der Sodbrunnen bestimmen. Letzterer wird ziemlich jener Höhe entsprechen, wo die Poren des Bodens ganz mit Wasser gefüllt sind, allerdings um so viel tiefer liegen, als die Capillarität das Wasser in den feinen Poren des Bodens hebt. Die Schwankungen des Wassers im Brunnen entsprechen ganz jenen des Grund-Wasserspiegels, sofern der Zufluss hinlänglich stark ist, um die Einwirkung des zufälligen Wasserschöpfens zu überwiegen. Sofern man Sodbrunnen zu Grundwasserbeobachtungen benutzen will, muss man in der Auswahl allerdings vorsichtig sein, und sich hüten, in ziemlich wasserdichtem, einzelne Wasseradern enthaltenden Boden den Wasserstand eines durch eine solche Ader gespeisten Brunnens als Grundwasserstand anzusehen. In einem solchen Fall braucht nämlich der umgebende Boden durchaus nicht ganz mit Wasser erfüllt zu sein, sondern es findet von dem Brunnen wie von der wasserführenden Schicht aus eine langsame Filtration nach einem möglicher Weise viel tiefer liegenden Grundwasserspiegel statt.

War das Vorhandensein eines Grundwasserspiegels früher hauptsächlich nur durch die Möglichkeit der Erstellung von Sodbrunnen wichtig, so würde in neuerer Zeit nach der berühmten Pettenkofer'schen Grundwassertheorie in der relativen Höhe der Bodenoberfläche zum Grundwasserspiegel und namentlich in den Schwankungen der letztern die Existenzbedingung für das epidemische Auftreten verschiedener Krankheiten namentlich der Cholera und des Typhus gesucht.

In bewohnten Ortschaften fliessen dem Boden mit dem versickernden Wasser mancherlei Unreinigkeiten zu und versinken theilweise mit letzterem zum Grundwasserstand hinab; sie gehen dabei durch die noch theilweise mit Luft erfüllten Poren der oberen Schichten, welche bleibend über dem Grundwasserstand liegen, gelangen dann in eine Zone, welche zwischen den verschiedenen Grundwasserständen liegt, also bei hohem Wasserstand ganz mit Wasser, bei niedrigem dagegen theilweise mit Luft erfüllt ist, und mischen sich schliesslich unter dem niedrigsten Stand des Grundwassers letzterem bei.

Die für das Auftreten der Krankheiten bestimmende Ursache wird nun in dem Zersetzungs- und Fäulnissprocess dieser Verunreinigungen des Bodens und zwar in jener bald mit Luft bald mit Wasser erfüllten Zone gesucht. In dem obern, beständig Luft enthaltenden Theil geht unter Mitwirkung der Luft eine ziemlich schnelle unschädliche Verwesung von Statten. In der Tiefe unter dem Wasserstand, wo die Luft abgeschlossen ist, findet ein anderer Process statt, es geht die Zersetzung viel langsamer vor sich, was sich namentlich in Kirchhöfen beobachten lässt, in denen die Leichen unter Wasser liegen. Dazwischen liegt nun jene Schicht, welche bald wassererfüllt bald nur feucht ist, und es lässt sich vermuthen, dass in dieser Schicht der stärkste Process vor sich gehe, wie ja beispielsweise das Holz sich da lange erhält, wo es ganz trocken oder ganz nass ist, dagegen bei einem Wechsel dieser Zustände sehr schnell fault. Diess gilt namentlich für die Zeit des fallenden Grundwassers, wo durchfeuchtete Theile neu der Zersetzung ausgesetzt werden, während bei einem Steigen das Wasser die Oberhand gewinnt, und die Zersetzung hindert. Dieser Zersetzungsprocess im Boden, wie er durch die Bodenfeuchtigkeit und namentlich durch deren Schwankungen bestimmt ist, wird nun als bedingendes Moment für das epidemische Auftreten der genannten Krankheiten angesehen. Wie die Pflanzen im einen Klima gedeihen, im andern nicht, wie für sie die verschiedenen Jahreszeiten maassgebend sind, so soll gewissermassen der Grad der Bodenfeuchtigkeit, die Tiefe des Grundwassers, ähnlich dem Klima, die locale Empfänglichkeit bedingen, während die Schwankungen in der Feuchtigkeit oder im Grundwasser ähnlich den Jahreszeiten die zeitliche Empfänglichkeit bestimmen. Es sind keineswegs die im Boden vor sich gehenden Zersetzungen selbst, welche die Krankheiten bilden, sie bereiten bloss das Feld für solche vor. Es brauchen auch die Unreinigkeiten, welche als Träger der Gifte jener Krankheiten angesehen werden, keineswegs in die Tiefe des wechselnden Wasserstandes, ja überhaupt nicht in den Boden zu gelangen, sondern es braucht das eingeführte Gift nur günstige örtliche und zeitliche

Grundwasserverhältnisse zu finden, um ein epidemisches Auftreten der Krankheit zu gestatten.

Es ist hier nicht der Platz, im Allgemeinen ein Urtheil über diese Theorie abzugeben; doch werden wir uns später fragen, ob sich dieselbe in unserer Gegend bisher bestätigt habe und gelangen dann allerdings zu dem Schlusse, dass diess nicht der Fall sei.

Grundwasser neben Flüssen. Noch bleibt uns übrig von dem Auftreten des Grundwassers längs der Flüsse, namentlich längs hochliegender eingedämmter Flüsse, zu sprechen. Man dürfte vermuthen, es sei der ganze Boden bis auf die Höhe des Wasserspiegels mit Wasser durchdrungen, und stimme also der Grundwasserspiegel und der Wasserspiegel im Flusse überein, doch es ist diess keineswegs überall der Fall.

Klares Wasser bewegt sich frei und ununterbrochen durch die Poren des Bodens namentlich durch lockeren Kiesboden, nicht so das mehr oder weniger trübe Wasser. Letzteres wird auf diesem Wege filtrirt. Die in solchem schwebenden Unreinigkeiten werden bei der langsamen Bewegung des Wassers zurückgehalten und verstopfen schnell die Poren. Diese Verstopfung geschieht sofort beim Eintritt in die filtrirende Schicht, so dass sich an der Oberfläche mit der Zeit eine annähernd wasserdichte Schicht bildet, welche ein ferneres Eindringen des Wassers verhindert. Ein solches wird nur dann wieder stattfinden, wenn eine stärkere Strömung die wasserdichte Decke wegschwemmt und den reinen Boden blosslegt, oder wenn eine Bewegung in umgekehrter Richtung stattfindet, welche die Decke abhebt und auswischt.

Bei den künstlichen Filtern der neueren Wasserversorgungen muss aus diesem Grunde die Oberfläche, welche sich nur wenige Millimeter tief mit Schlamm füllt, von Zeit zu Zeit abgehoben und ausgewaschen werden; es wird ein solches Auswaschen der Oberfläche auch bei dem gegenwärtig im Bette der Limmat oberhalb der Münsterbrücke in Ausführung begriffenen Filter nothwendig werden und ist die Lage desselben so gewählt, dass die Strömung des Wassers den durch Aufrühren der Oberfläche auszuwaschenden Schlamm fortführt, ohne den Sand selbst wegzureissen. Wo die sogenannte natürliche Filtration, das heisst die Filtration durch natürlichen Kiesboden benutzt wird, tritt gewöhnlich, trotz des ungemein starken anfänglichen Wasserzudranges mit der Zeit eine fortgesetzte Wasserabnahme ein, indem eine ununterbrochene, nach der gleichen Richtung gehende Filtration oder Reinigung eines trüben Wassers ganz undenkbar ist.

Ganz das gleiche gilt für die Flussbette. Liegen solche im Verhältniss zur

Thalfläche und deren Grundwasser hoch, so fand ursprünglich eine Durchströmung nach Aussen statt, begleitet von einer Filtration des immerhin mehr oder weniger trüben Flusswassers, welche das Flussbett bald auf eine gewisse Dicke wasserdicht machte. Dasselbe bleibt wasserdicht, so lange die Strömung diese Hülle nicht aufreisst, wo dann dieselbe Erscheinung neuerdings vor sich geht.

Nichts destoweniger findet man neben solchen hochliegenden Flussbetten hinter den einschliessenden Dämmen zahlreiche Quellen, die sogenannten Giessen, wie solche an der Töss, der Linth und dem Rhein zu beobachten sind, und frägt es sich, ob solche doch einer Durchsickerung durch das Flussbett zuzuschreiben oder ob sie ein Ausfluss des Grundwassers der Thalsohle sind, welches des hochliegenden Flussbettes wegen keinen andern Ausweg findet. Es lässt sich beides denken und ist auch wohl beides der Fall, da die veränderliche Strömung bei diesen Flüssen die Bildung einer zusammenhängenden wasserdichten Schicht hindert; kaum gebildet, wird solche wieder eingeschnitten und zerrissen.

Wo das Grundwasser ungefähr in gleicher Höhe mit dem Flusse steht, findet die Bewegung bald im einen bald im andern Sinne statt und wird dadurch die Bildung einer wasserdichten Sohle ebenfalls gehindert.

III. Die Wasserverhältnisse Zürichs.

Versickerung. Nachdem die locale Bodenbeschaffenheit und die Verhältnisse der Bodenfeuchtigkeit im Allgemeinen betrachtet worden sind, wird nun eine übersichtliche Darstellung der Feuchtigkeits- und Quellen-Verhältnisse unserer Gegend möglich.

Wir haben gesehen, dass sich die Bodenfeuchtigkeit im Allgemeinen beobachten lässt: 1) durch die Versickerungsmenge für die Boden-Oberfläche, 2) den Ertrag der Quellen für die tieferliegenden Schichten zwischen Oberfläche und Grundwasser, 3) den Grundwasserstand für noch grössere Tiefe.

Ueber die Versickerungsmenge und deren Schwankungen wurde schon früher berichtet. Solche ist nur im Adlisberg beobachtet worden, indem es sich bei diesen Beobachtungen wesentlich darum handelt, einen Maassstab für die Wassermenge der Quellen zu erhalten, und die dortigen Verhältnisse ziemlich dem Durchschnitte des städtischen Quellengebietes entsprechen dürften.

Wird berücksichtigt, dass die Regenmenge während der drei Jahre 1867 bis 1869 auf dem Uetliberg bei 874 Meter über Meer ca. 78 % derjenigen bei der

Sternwarte auf 480 Meter über Meer betrug, so darf jene im Adlisberg auf 670 Meter Höhe zu ca. 90 % derjenigen bei der Sternwarte angesetzt werden. Bei gleicher Vertheilung auf die einzelnen Jahreszeiten wäre demnach auch die Versickerungsmenge im Adlisberg nur 90 % derjenigen im Thale. Da jedoch der Schneefall in der grössern Höhe jenen im Thal überwiegt und gerade dieser die Versickerungsmenge erhöht, dürfte durch diesen Umstand wieder eine Ausgleichung eintreten, so dass die Versickerungsmenge und mit ihr die Feuchtigkeit der Boden-Oberfläche im ganzen Gebiet gleich angenommen werden kann. In den graphischen Darstellungen ist desshalb die Versickerungsmenge im Adlisberg direct mit der Regenmenge bei der Sternwarte zusammengestellt. Taf. 2.

Ueber die Wassermenge der Quellen liegen seit dem Jahre 1866 regelmässige Beobachtungen vor, welche für die verschiedenen Leitungsnetze ebenfalls graphisch aufgetragen sind. Taf. 2.

Quellgebiete. Die ihr Wasser in die Stadt liefernden Quellen werden unterschieden auf dem rechten Limmatufer in

1.	die Leitung vom Weilhof	mit	4	Quellen,
2.	die Hirslanderleitung	»	32	»
3.	die Hottingerleitung	»	47	»
4.	die Flunternerleitung	»	29	»
5.	die Seefeldleitung	»	1	»
6.	einzelne kleinere Leitungen aus der unmittelbaren Umgebung der Stadt	»	3	»
	auf dem linken Limmatufer:			
7.	die Albisriederleitung	»	24	»
8.	Friesenbergerleitung (jetzt eingegangen) wie sie ehemals war	»	6	»

Die Quellen der 4 ersten Leitungen liegen am Abhange des Zürichberges in nicht sehr verschiedenen Verhältnissen, fast ausschliesslich in dem dortigen Moræneschutt. Die Mächtigkeit dieser auf dem Molassefelsen liegenden Schuttdecke ist meistens bedeutend, so dass nur einzelne wenige Quellen auf dem Felsen oder in solchem entspringen, weitaus die Mehrzahl ihren Ursprung in den mehr oder weniger tiefliegenden, grössern und kleinern Kiesadern und Kiesschichten dieses Schuttbodens hat. Diese Adern und Schichten sind äusserst unregelmässig und unbestimmt, daher auch die Wasservertheilung eine sehr unregelmässige und das Antreffen von Wasseradern meistens ein sehr zufälliges ist.

Bei der Weilhofleitung sind zwar 4 Quellen vorhanden, doch kommt eigent-

lich bloss eine in Betracht, da die andern ganz oberflächlich sind und ihrem Wasserertrag nach gegen jener Einen verschwinden.

Die Quelle beim Weilhof, unterhalb Zumikon, mit einer von 90 bis 500 Liter pro Minute wechselnden Wassermenge entspringt in einer circa 12 Meter unter der Bodenoberfläche liegenden ziemlich ausgedehnten Kiesschicht, deren Ausdehnung nach der Gestaltung der Oberfläche zu urtheilen auf ungefähr 65 Hectaren geschätzt werden darf. Es würde das einem Wasserertrag pro Hectare von

1,4 Liter pro Minute beim kleinsten Wasserstand,
7,8 » » » » grössten »
4,2 » » » » durchschnittlich, entsprechen, ohne dass

jedoch diese Zahlen zuverlässige wären, da eben die Ausdehnung des Quellgebietes eine allzu unsichere ist. Vergleicht man dieselben mit der Versickerungsmenge im Quellgebiet, so beträgt der durchschnittliche Wasserertrag der Quelle 37 % des versickerten Wassers.

Ziemlich gleichartige, sehr bedeutende Schwankungen zeigen die drei Leitungen aus dem Hirslander-, Hottinger- und Flunterner-Berg. Es beträgt bei denselben;

	Hirslander-	Hottinger-Leitung.	Flunterner-
		Liter pro Minute:	
Die grösste Wassermenge	1360	1200	1300
Die kleinste Wassermenge	90	117	50
Der durchschnittliche Wasserertrag	420	510	370.

Es sind die beiden erstern hinsichtlich der kleinsten Wassermenge ziemlich gleich bedeutend, während die Flunterner Leitung tiefer sinkt und zwar mehr als nach dem Verhältniss der durchschnittlichen Wassermenge zu erwarten wäre. Der kleinste Wasserstand verhält sich zum grössten,

bei der Hirslanderleitung wie 1 : 15
» » Hottingerleitung » 1 : 13
» » Flunternerleitung » 1 : 26, während das Verhältniss
» » Weilhofleitung bloss » 1 : 5,6 war.

Diese starken Schwankungen rühren davon her, dass die meisten am Bergabhang gelegenen Quellen durch Kies und Sandadern von geringer Ausdehnung gespeist werden, welche keinen grossen Wasservorrath aufnehmen und sich daher schnell entleeren. Mit der Wassermenge wechselt in diesen Adern auch die Geschwindigkeit des Wassers in gleichem Maasse, daher auch diese Leitungen nach heftigen Regengüssen einer starken Trübung unterworfen sind, welche von dem feinen, beim Wechsel der Geschwindigkeit aufgerührten Sande herkömmt. Sobald

ein Beharrungszustand in der Bewegung des Wassers eingetreten ist, hört auch diese Trübung wieder auf.

Einzelne wenige Quellen sind auch bei diesen Leitungen ziemlich gleichförmig. So zeigt die bedeutendste vor einigen Jahren in einer unterirdischen Kiesschicht aufgegrabene Quelle der Hottingerleitung, in der Rütiwies

einen grössten Wasserstand von 75 Liter pro Minute,
» kleinsten » » 26 » » »
» durchschnittlichen » » 41 » » »

und verhält sich der kleinste zum grössten Wasserertrag wie 1 : 3.

Die gleichen Verhältnisse zeigen die übrigen in diesen Quellgebieten befindlichen Privaten oder Corporationen gehörigen Quellen, was namentlich auch beim Polytechnikum zu ersehen, dessen Springbrunnen ja einen grossen Theil des Jahres hindurch trocken ist, ebenso die den Kantonsspital versorgende Leitung vom Strickhof her.

Es lässt sich nur schwer abschätzen, welches die Wasserlieferung eines bestimmten Terrainabschnittes dieser Quellgebiete ist, da trotz der zahlreichen Quellfassungen bei deren hoher Lage nirgends eine vollständige Entwässerung des eingeschlossenen Gebietes gesichert und Gewähr dafür geboten ist, dass nicht ein bedeutendes Quantum Wasser unter den bestehenden Fassungen hindurch seinen Weg finde. Wenn irgendwo, ist eine solche Schätzung noch am ehesten an der Kuppe des Adlisberges möglich, die von Quellfassungen ziemlich eng umschlossen ist.

Auf ein Quellgebiet von 120 Hectaren ergibt sich hier pro Hectare eine Abflussmenge beim höchsten Quellenstand von 15 Liter pro Minute,
» kleinsten » » 1 » » »
» durchschnittlichen » » 5 » » »

Es beträgt der durchschnittliche Wasserertrag 42 % der versickerten Wassermenge.

Nach diesen Quellverhältnissen muss der Moræne- und Molasseschutt vom Abhang des Zürichberges als ziemlich wasserdicht bezeichnet werden; es finden sich da zahlreiche aber kleine, unbeständige Quellen, die verschiedenen oberflächlichen Bäche schwellen schnell an, um fast ebenso schnell wieder zu vertrocknen. Nur einzelne Mulden, wie jene des Gebietes der Weilhofquelle sind ziemlich durchlassend und geben daher zu grössern, wenn auch, der immerhin nicht bedeutenden Ausdehnung des Quellgebietes wegen, nicht sehr beständigen Quellen Anlass.

Wenn aber von einem durchschnittlichen Wasserertrag der verschiedenen Leitungen die Rede war, so darf diese Wassermenge durchaus nicht mit dem soge-

nannten mittleren Quellenstand verwechselt werden, wie ein solcher bei der Benutzung der Quellen zum Speisen von Brunnen und beim Verkauf von Quellen zu diesem Zwecke so häufig angeführt wird. Bei der Beurtheilung einer Quelle in dieser Hinsicht sind die höchsten Wasserstände, bei denen in schnell vorübergehenden Anschwellungen eine bedeutende Wassermenge abfliesst, ganz ohne Werth, so wichtig solche auch für Bestimmung des gesammten abfliessenden Wassers sein mögen; wohl aber sind die lange andauernden Niederstände im höchsten Grade schädlich. Der mittlere Wasserstand ist hier derjenige, welcher unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen einige Zeit, ohne allzugrosse Schwankungen anhält; immerhin unter Berücksichtigung der lange andauernden Niederstände. Soll dieser Stand aus einer Reihe von Messungen bestimmt werden, so müssen dabei die plötzlichen schnell vorübergehenden Anschwellungen weggelassen werden, und geschieht diese Bestimmung jedenfalls richtiger durch Schätzung nach einer aufgezeichneten Linie als durch Berechnung des Mittelwerthes einer Anzahl Messungen. Es ist desshalb zu bedauern, dass fortlaufende Messungen aller Quellen erst seit dem Jahre 1866 angestellt worden, während vorher nur einzelne auffallende Niederstände beobachtet wurden.

Aus dem eigentlichen Molasse-Gebiet, am steilen Abhange des Uetliberges vom Kolbenhof bis zum Triemli, stammen die obern Quellen der Friesenberg- und einzelne Quellen der Albisriederleitung, die alle ziemlich beständig sind. Wenn dessen ungeachtet die Friesenberg-Leitung im vorigen Jahrhundert und zum zweiten Male in den jüngst verflossenen Decennien zu argen Täuschungen Anlass gab, (indem manche Leser sich noch des wasserlosen auf dem Münsterhof gestandenen monumentalen Brunnens erinnern werden, von den 17 Brunnen aber, welche die neuen Unternehmer speisen zu können glaubten, die Mehrzahl kein Wasser erhielt, oder bald wieder verlor), so erklärt sich dieserle tztere Uebelstand und wohl auch der früher eingetretene einfach aus der Thatsache, dass die constanten Quellen der Leitung nach langer Trockenheit höchstens 4—5 Röhren zu speisen vermögen, die andern derselben zugeführten Quellen aber nur ganz oberflächlicher Natur sind, daher auch die Wasserlieferung der Leitung zwischen 13 und 560 Liter pro Minute geschwankt hat. (Taf. 2. u.)

Aus Molasse entspringen ferner, rechts von der Limmat und dem See, eine Quelle im ehemaligen St. Leonhards-Bollwerk, wahrscheinlich das Wasser der Brunnen im Berg, des Zübeli-Brunnens, des Rechbergs, dann eine Quelle zwischen dem Drahtzug und der untern Weinegg, 3 Quellen an den Ufern des Nebelbachs zwischen der Riesbach- und der Seestrasse und vermuthlich auch andere, deren

Wasser aber noch eine Schuttschicht durchläuft, bevor es an die Oberfläche gelangt. Die Molasse stellt sich demnach hier wie überall, wo sie aus vielfach wiederholtem Wechsel von Sandstein und Mergeln besteht, als ein Gebiet dar, welches zur Bildung zwar ziemlich zahlreicher aber selten starker Quellen Veranlassung giebt und somit in ackerbaulicher Hinsicht die, in Molasse-Gegenden in der That fast überall vorhandene, Hof-Wirthschaft in hohem Grade begünstigt, indem die Existenz einer Quelle zur Gründung eines Heimwesens einladet. Anderseits weist das rasche Anschwellen der Bäche bei Regenfällen namentlich in den steilen Runsen darauf hin, dass doch bedeutend viel Wasser oberflächlich abläuft und nicht Zeit findet, in die porösen Sandsteinschichten einzudringen.

Neben den Molasse-Quellen entspringt am Uetliberg südlich vom Dorfe Albisrieden ferner die Mehrzahl der Quellen der Albisrieder-Leitung, diese aber in einem ganz verschiedenen Gebiete. Hier ist der breite Molasserücken des Berges durch lockern Moræneschutt bedeckt, und zwar in einer ziemlich durchlässigen Decke. Es mangelt hier grösstentheils jener Molasseschutt, welcher den Moræneträmmern am Abhang des Zürichberges beigemischt ist, solche stellenweise fast ganz verdrängt und überhaupt ziemlich wasserdicht macht. In diesem durchlassenden Gebiet der Moræneträmmer liegen nun die schönsten und weitaus beständigsten städtischen Quellen, auf einer Strecke von ca. 1000 Meter, längs des Bergabhanges in einer Höhe von 5—600 Meter. Die Wasserlieferung der ganzen Albisriederleitung beträgt

beim grössten Wasserstand 786 Liter pro Minute
» kleinsten » 232 » » »
durchschnittlich 400 » » »

und es ist das Verhältniss zwischen grösstem und kleinstem Wasserstand wie 1 : 3,4.

Da die Quellen ziemlich hoch liegen, so ist einerseits leicht möglich, dass unter denselben weg ein bedeutender Theil des oberhalb versickernden Wassers verloren geht; anderseits liegen noch weiter oberhalb Quellen, deren Wasser theils wiederum versickert, theils oberflächlich abläuft, und ist daher hier das Quellengebiet kaum zu schätzen. Setzt man dasselbe zu 80 Hectaren an, so würde sich pro Hectare ein Wasserabfluss ergeben:

beim höchsten Quellenstand von rund 10 Liter pro Minute
» kleinsten » » » 3 » » »
durchschnittlich 5 » » »

Von den Höhen niedersteigend finden wir am rechten Limmatufer, am Fuss

des Abhanges, den aus Kies, mit mehr oder weniger Molasseschutt gemischt, bestehenden Hottingerboden, eine durchlassende Fläche bildend, in der wir keine Quellen, wohl aber Grundwasser antreffen. In dem diese Fläche thalwärts begränzenden Moræneh ügel bildet der Einschnitt beim Kreuzplatz einen Ueberlauf für das Grundwasser, das zwar hier noch unterirdisch fliesst, dagegen unterhalb am Mühlebach in einigen Quellen zu Tage tritt, von denen die grösste der Stadt gehörende die Seefeldleitung speist. Wie sich nach dem weiten, unterirdischen Wege des Wassers und den theilweise aus Sickerwasser von bebauten Flächen bestehenden Zuflüssen erwarten lässt, ist diess Wasser verhältnissmässig stark verunreinigt, namentlich sehr hart. Es fliesst der Fassung in einigen zwischen wasserdichten Lettschichten eingeschlossenen Kiesadern zu, und steigt hier auf eine je nach der Wassermenge veränderliche Höhe an. Bei kleinstem Wasserstande sinkt der Wasserspiegel leider tiefer als der Abfluss, so dass alsdann jeder Zufluss von Wasser in die Leitung aufhört und sonach auch die Messungen von deren Wasserquantum keinen Maassstab für die Wassermenge der Quelle geben.

Links von der Limmat finden wir am Fuss des Uetliberg-Abhanges den grossen aus wasserdichtem Lett bestehenden Schuttkegel des Heuriedes und kleinen und grossen Albis. Dieses Gebiet ist ganz undurchlassend, liegt aber auf einer durchlassenden Kiesschicht auf, welche die Fortsetzung der Kiesebene des Silfeldes und der Wiedikoner Allmend bildet. Alles Wasser, welches durch allfällige Risse dieses Schuttkegels, sowie am obern Rande desselben, in der Molasse des Uetliberges versickert, bewegt sich in dieser Kiesschicht gegen die Thalrinne hin, gibt oberhalb des Moræneh ügels hinter Wiedikon zu der bedeutenden Quelle im Binz, unterhalb zur Versumpfung der Wiesen zwischen Wiedikon und Albisrieden Anlass und speist wohl zum Theil auch das Grundwasser des Silfeldes. Jene Quelle im Binz, welche schon längst bekannt und wegen ihres Eisengehaltes als Gesundheitsbrunnen beliebt war, ist in neuerer Zeit durch Aushebung eines Schachtes bis in die Kiesunterlage bedeutend verstärkt worden und dient zur Versorgung des Dorfes Wiedikon, ihre Wassermenge kann zu 600 Liter pro Minute angeschlagen werden.

Die Moræneh ügel geben ihrer verhältnissmässig geringen Ausdehnung und ihrer Zusammensetzung aus lockerem Schutt wegen nur zu schwachen Quellen Anlass; sie müssen als durchlassendes Terrain bezeichnet werden.

Diese Quellverhältnisse sind derart, um für die in Ausführung begriffene Wasserversorgung jede Hoffnung auf Gewinnung eines ausreichenden Quantums Quellwasser in der Nähe der Stadt zu zerstören. Die nächsten grösseren Quellen finden sich am Fusse der schon erwähnten durchlassenden Hochfläche, zwischen Glatt und

Kempt, liegen aber zu tief, um direct in die Stadt geleitet zu werden. Man hat sich daher nur für das geringe Quantum Trinkwasser für die vorhandenen Quellen, im Uebrigen aber für Benutzung des Seewassers entschieden.

Grundwasser. Wo das versickerte Wasser nicht unmittelbar zu Tage tritt, entsteht durch dessen Ansammlung im Boden das Grundwasser, dessen Höhenstand und Schwankungen durch regelmässige Messung einer Anzahl Sodbrunnen ermittelt wurden.

Je nach der verschiedenen Bodenbeschaffenheit und Lage musste ein verschiedenes Verhalten des Grundwassers erwartet werden und wurden die Beobachtungspunkte demgemäss ausgewählt. In erster Linie hat man die Kiesfläche des Silfeldes, welche sich auch über einen Theil der kleinen Stadt erstreckt. Der Wasserstand im Silfeld wird ausgedrückt je durch einen Brunnen im städtischen Materialschuppen, in der Hohlgasse bei den Actienhäusern und für die Stadt durch einen solchen an der Löwenstrasse. Diesen entspricht am rechten Limmatufer ein Brunnen am Häringsplatz.

Der Wasserstand der Fläche oberhalb der die Stadt durchschneidenden Moræne wurde in Brunnen an der Kappelergasse, Bärengasse und im Thalacker ermittelt.

Für das Moræneгebiet der grossen Stadt dient ein Brunnen am Neumarkt, für die Einsenkung zwischen Moræne und Bergabhang ein solcher am Seilergraben.

Das Grundwasser des Hottingerbodens endlich wurde beobachtet durch je einen Brunnen im innern und äussern Zeltweg.

Wenn sich auch in der Schuttdecke des Zürichberges Sodbrunnen finden, kann doch hier von keinem eigentlichen Grundwasser, sondern eher von einer Speisung durch einzelne Kiesadern die Rede sein. Immerhin wurde auch hier ein Brunnen beobachtet.

Zur Vergleichung mit allen diesen Beobachtungen ist auch der Seestand aufgezeichnet worden.

Diese Beobachtungen sind für die Jahre 1867 bis 1870 auf der Tabelle 3 graphisch aufgetragen. Sie erlauben, zusammengehalten mit den Niederschlags- und Versickerungsmengen und unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse, ein Urtheil über die Bodenfeuchtigkeit im ganzen Gebiet zu jeder beliebigen Zeit.

Es ergiebt sich daraus, dass der Grundwasserstand im Silfeld in dessen ganzer Ausdehnung, nach seiner Höhe sowohl als in den Schwankungen durch den Limmatstand unterhalb der Stadt bestimmt wird, dass daher auch für jene Zeiten, aus welchen keine Beobachtungen vorliegen, der Grundwasserstand aus dem Lim-

matstand abgeleitet werden kann. Das Gefäll dieses Wasserstandes von der Badenerstrasse gegen die Limmat ist sehr unbedeutend, was beweist, dass die Bewegung des Wassers mit ziemlicher Leichtigkeit stattfindet. Die Sil ist auf diesen Grundwasserstand ohne Einfluss, da deren Sohle durch den äusserst fein vertheilten thonreichen Schlammgehalt des Wassers beim Durchsickern nach Aussen sofort wasserdicht wird. Alle Brunnen neben der Sil schöpfen daher ihr Wasser nicht aus der Sil, sondern aus dem Grundwasser dieses Gebietes.

Ebenso hängt der Grundwasserstand der grossen Stadt unter der dortigen Moræne, wie sich diess aus dem Brunnen im Neumarkt ergiebt, von dem Limmatstande ab, wobei allerdings die Schwankungen etwas ausgeglichen sind. In dem Gebiet zwischen Moræne und See ist der Seestand maassgebend, immerhin auch hier unter Ausgleichung der Schwankungen, was möglicherweise von dem das ganze Gebiet zwischen Limmat und Schanzengraben entwässernden Sammelkanale herrührt. Man kann sonach annehmen, dass für die ganze Thalfläche die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Terrain-Oberfläche der Erhebung des letztern über dem See- und Limmatstande entspricht, und dass sich ebenso die Schwankungen desselben durch jene des See- und Limmatspiegels ausdrücken.

Einen selbständigen Grundwasserstand zeigt die Gegend des Zeltweges, indem sich hier das Wasser in dem mit Letten vermischten Kiese weniger leicht bewegt. Die Schwankungen sind hier bedeutend und entsprechen in ihrem Gange noch am ehesten jenem in der Wassermenge der Quellen. Die Tiefe unter der Bodenfläche wechselt von 3 bis 14 Meter.

Anwendung der Grundwassertheorie auf Zürich. Wir haben oben gesehen, welchen Einfluss nach der Grundwassertheorie der Bodenfeuchtigkeit zugeschrieben wird und es dürfte wohl bei jedem Leser die Frage entstehen, wie sich das Auftreten der Cholera im Jahre 1867 und schon früher im Jahre 1855 zu den Boden- und Feuchtigkeits-Verhältnissen herausgestellt habe. Betrachten wir zuerst die bleibenden localen Verhältnisse.

Im Gebiete des lockern Kiesbodens finden wir einerseits in Aussersil die stark angegriffenen Quartiere: Neufrankenthal, Silvorstadt, Hohlgasse, anderseits die Quartiere längs der Badener-Landstrasse und Werdgasse mit wenigen Fällen, ebenso die fast ganz verschonte kleine Stadt und den Bleicherweg.

Das Choleragebiet des Niederdorfes liegt theils auf Wolfbachgeschieben, theils auf Moræne mit Blöcken und auf Bauschutt; letztere bilden auch den Boden der Storchengasse, welche nur wenige Fälle aufweist.

Das Seefeld blieb sowohl im innern Theil, im Torf- und Schlammboden, als aussen, im Kies des Hornbaches, bis auf einzelne Häuser verschont.

Der Gletscherschutt und die Molassetrümmer eines Theils der Moræne und des Zürichberg-Abhanges bleiben im Selnau, an der Plattenstrasse und in Hottingen ganz frei, weisen dagegen die stark angegriffenen Häusergruppen des Gustav-Albert-Quartiers und Weinberges in Unterstrass, des Lämmli's in Oberstrass auf, überdiess eine Anzahl zerstreuter Häuser mit mehreren Cholerafällen am ganzen Abhang.

Die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Bodenfläche beträgt:
in den Choleraquartieren

bei Kiesboden:	Niederdorf, Stadt	2 Meter
	Neufrankenthal, Aussersil	5,5 »
	Silvorstadt	6 »
	Hohlgasse	7,5 »
	Actienhäuser	10,5 »

in den ganz oder annähernd Cholera-freien Quartieren

bei Kiesboden:	Badenerstrasse, Werdgasse u. Aussersil	10 Meter
» Kiesboden:	Bahnhofstrasse, Thalacker, Stadt . .	3,5 »
» Kies mit Schlammdecke:	Bleicherweg, Enge	2,5 »
» Schlamm und Torf:	Seefeld, Riesbach	1,5 »
» Kies mit Molasseschutt:	Zeltweg, Hottingerboden	10 »

Am Abhang des Zürichberges, in dem dortigen Moræne- und Molasseschutt, ist die Tiefe des Grundwassers, wie oben angegeben wurde, eigentlich uncontrolirbar und es wechselt die Tiefe des Wassers der Sodbrunnen in den weitesten Grenzen. Sie beträgt in den Choleraquartieren:

Gustav-Albert-Quartier, Unterstrass . . .	3,5 Meter
Lämmli, Oberstrass	4,0 »

in den cholerafreien Quartieren:

Plattenstrasse, Fluntern	2—3 »
am Wolfbach, Hottingen	2—4 »

Aus diesen Zahlen scheint hervorzugehen, dass sich bei der Cholera-Epidemie von 1867 weder ein Einfluss der Höhe der Terrain-Oberfläche über dem Grundwasserstand, noch ein solcher der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes geltend gemacht habe, was beiläufig gesagt auch für die absolute Höhe des Bodens gilt.

Was die zeitlichen Schwankungen der Feuchtigkeit betrifft, so erreichten 1867 der See und die Limmat Mitte Juni den höchsten Stand mit 408,9 Meter über Meer (Nullpunkt des alten Pegels zu 407,04 Meter), dann sank der Wasser-

stand allmälig bis zum 23. August auf 407,9 Meter oder bloss 0,1 Meter unter den Mittelwasserstand, stieg wieder bis zum 30. August auf 408,2 Meter, um von da an wieder zu fallen und zwar bis zum 22. September auf den Mittelstand von 408 Meter, zum 3. October auf 407,9 Meter, wo ein Steigen bis zum 22. October auf 408,35 Meter eintritt. Den gleichen Gang zeigen die verschiedenen Sodbrunnen der Kiesebene, mit der einzigen Abweichung, dass jener beim Materialmagazin bis zum 2. September fällt, um von da an mit einem unbedeutenden Unterbruch bis zum 21. October zu steigen.

Nach den spätern Beobachtungen muss, wie schon bemerkt, dem damals nicht beobachteten Wasserspiegel im obern Theil der Gemeinde Aussersil ganz der Gang des Seespiegels zugeschrieben werden.

Der Seestand von Mitte Juni mit 408,9 Meter war ein ziemlich, keineswegs aber ausserordentlich hoher, indem der mittlere Hochstand der Jahre 1850 bis 1870 408,74 Meter beträgt. Das nachherige Sinken war ein ganz normales und gieng wie bemerkt nur wenig unter den Mittelwasserstand. Der höchste Seestand betrug im Jahre 1854, wo die Cholera eingeschleppt wurde aber nicht zum Ausbruch gelangte, 408,77 Meter, im Jahre 1855, wo eine schwache Epidemie eintrat, 409,66 Meter betragen.

Der Brunnen des Zeltweges, der für den Hottingerboden maassgebend ist, hatte seinen höchsten Stand Mitte Februar mit 414,8 Meter, blieb ziemlich constant bis Mitte Mai, sank bis zum 24. Juni auf 413,5 Meter, stieg bis zum 15. Juli auf 413,9 Meter, fiel bis zum 19. August auf 412,5 Meter, welcher Stand ziemlich unverändert bis zum 7. October andauerte, wo ein neues Steigen eintrat. Der höchste beobachtete Stand ist jener im Februar 1867 mit 414,8 Meter, der tiefste im October 1870. Jener Stand im September muss als der mittlere bezeichnet werden, da er ziemlich gleichmässig während des normalen Jahres 1869 andauerte. Das Fallen vom Juli bis Mitte August war für den Sommer ziemlich rasch, obgleich der Wasserstand im Frühling regelmässig noch viel rascher fällt.

Der für die Bodenfeuchtigkeit am Abhang des Zürichberges maassgebende Quellenertrag zeigt im Frühjahr 1867 ein für alle Quellen gleichmässiges lang andauerndes Maximum mit gleichmässiger aber schneller Abnahme bis Mitte August. Von hier tritt wieder ein Steigen ein bis Anfang November.

Der Quellenstand Mitte August war ein mittlerer Niederstand, entsprechend dem Niederstand der Jahre 1866 und 1869, und beträchtlich höher als die Niederstände von 1865, 1868 und 1870. Das Sinken des Quellenstandes ist gegenüber andern Jahren etwas verspätet und für diese Jahreszeit ziemlich rasch, bietet

aber sonst keine auffallende Erscheinung dar, indem im Winter und Frühling ähnliche schnelle Wechsel auch in andern Jahren nicht selten sind.

Die Versickerungsmenge, welche wir als Maassstab für die Feuchtigkeit in den obern Bodenschichten des ganzen Gebietes ansehen, ist im Frühjahr bis Anfangs Juli bedeutend gross, fällt dann auf ein Minimum bis gegen Ende August, wo die bedeutenden Regenfälle wieder ein Steigen bewirken. Mit Mitte September ist die Versickerungsmenge sehr gross, die Boden-Oberfläche also bedeutend feucht. Ein Fallen tritt wieder gegen Ende September ein, worauf mit Anfangs October durch die starken Regenfälle wieder ein rasches Steigen veranlasst wird.

Auf Taf. 5 ist für das Jahr 1867 die tägliche Zahl der Cholerafälle mit dem Seestande, dem Grundwasser im Zeltweg, der Wassermenge der Quellen und der Versickerungsmenge zusammen aufgetragen, um eine leichte Vergleichung dieser verschiedenen Grössen zu gestatten. Man gelangt dadurch zu folgenden Schlüssen:

Zur Zeit der Einschleppung der Cholera, Anfangs August, war die Erd-Oberfläche seit ungefähr einem Monat ziemlich trocken; die Regenfälle zu Ende August haben ein vorübergehendes Steigen der Feuchtigkeit zur Folge; im September steigt die Feuchtigkeit mit der Heftigkeit der Cholera, um von Mitte des Monats an mit der letztern wieder abzunehmen. Beim Erlöschen der heftigeren Epidemie, Ende September, ist die Bodenfeuchtigkeit wieder so gering wie beim Ausbruch derselben. Wenn sie nun Anfangs October, wo noch fortwährend einzelne Cholerafälle vorkommen, wieder steigt, so spricht diess noch keineswegs für einen Zusammenhang der beiden Erscheinungen. Das gegenseitige Verhältniss stellt sich vielmehr so dar, dass die Krankheit bei trockener Boden-Oberfläche eingeschleppt wurde, sich bei dauernder Trockenheit ausbildete, um gleichzeitig mit zufällig eintretender Feuchtigkeit an Energie zuzunehmen und ebenso bei abnehmender Feuchtigkeit wieder nachzulassen. Hier in der Oberfläche können die Feuchtigkeits-Verhältnisse früherer Monate nicht mehr in Frage kommen.

Mit Rücksicht auf die Feuchtigkeit der tiefern Schichten und damit des ganzen Abhanges des Zürichberges, findet die Einschleppung der Krankheit Ende Juli bei einem Mittelstand der Quellen und gleichbedeutend der Feuchtigkeit dieser Schichten statt; letztere fällt bis Ende August, während sich die Epidemie zum Ausbruch rüstet. Gleichzeitig mit der Heftigkeit der Krankheit steigt nun auch die Feuchtigkeit, bei der das Steigen allerdings länger andauert, nämlich bis Ende October, während die Krankheit schon von Mitte September an wieder abnimmt. Mit deren gänzlichem Aufhören Ende October fällt eine Wiederabnahme der Feuchtigkeit zusammen.

Das in der Boden-Oberfläche und an den Quellen gleichzeitig mit dem Steigen der Krankheit beobachtete Steigen der Feuchtigkeit äussert sich an dem tiefliegenden Grundwasser des Zeltweges etwas später. Hier herrscht während der ganzen Krankheitsperiode ziemliche Beständigkeit, da das schwache Sinken Anfangs September ebensowenig in Betracht fallen kann, als das schwache Steigen Ende August. Ein bemerkbares Steigen tritt hier erst ein, nachdem die Krankheit schon vorher fast ganz erloschen ist und kann jedenfalls nicht mit diesem vorhergegangenen Erlöschen in Verbindung gebracht werden.

Der Seestand und der Grundwasserstand des Kiesgebietes schwanken von der Einschleppung der Krankheit an um den gewöhnlichen Mittelstand herum, nachdem vorher das alljährliche Fallen von einem nicht aussergewöhnlichen Hochstande bis auf diesen Mittelstand stattgefunden hatte. Ganz entsprechende Verhältnisse finden sich im Jahr 1854, wo die Cholera zwar eingeschleppt wurde, aber nicht zum Ausbruch gelangte, und im Jahr 1855, wo sie, wenn auch nur schwach, im Niederdorf und in Fluntern herrschte, aber in Aussersil so zu sagen nicht auftrat. In den Haupt-Choleragebieten von Aussersil und dem Niederdorf kann nur dieser Grundwasserstand und die oberflächliche Feuchtigkeit in Betracht kommen. Bei gleichem ganz normalem Gang des erstern gelangt das eine Mal die Cholera zum Ausbruch, das andere Mal nicht und es sind die Schwankungen in der Feuchtigkeit der Oberfläche jenen in der Heftigkeit der Krankheit nicht etwa entgegengesetzt, sondern entsprechend, geben daher durchaus keinen Anhaltspunkt für die Annahme, dass die Zunahme der Krankheit im Zusammenhang mit einer Abnahme der Feuchtigkeit stehe.

Am Abhang des Zürichberges und im Hottingerboden ging dem Ausbruch der Krankheit im Frühjahr ein Maximalstand der Feuchtigkeit vorher, der bis zur Zeit des heftigeren Auftretens der Krankheit anfangs September in einen Mittelstand übergeht. Während nun die Krankheit im Ganzen zu und wieder abnimmt, bleibt die Feuchtigkeit ziemlich constant. Unter denselben Verhältnissen gelangt die Krankheit im Zeltweg und Hottingerboden nicht zum Ausbruch, tritt am Abhang des Zürichberges am einen Ort ziemlich heftig, am andern gar nicht auf. Es kann also hier ein Zusammenhang der Bodenfeuchtigkeit mit dem Auftreten der Cholera ebenfalls nicht aufgefunden werden und erscheint auch eine Nachwirkung des hohen Wasserstandes im Frühling nicht vorhanden, da sich diese gleichmässig über das ganze Gebiet hätte erstrecken müssen.

Was das Auftreten des Typhus betrifft, so liegen genauere Aufzeichnungen nur für die innere Stadt während der Jahre 1865 und 1866 vor. Seither war

von einem stärkern Auftreten keine Rede mehr, und entzogen sich daher die vereinzelten Fälle der Registrirung. Ob diese Abnahme, wie Viele hoffen, eine Folge der seither durchgeführten Reformen im Kloakenwesen sei oder ob sie in andern, vielleicht nur vorübergehenden Verhältnissen liege, lässt sich nicht entscheiden; jedenfalls hat solche mit den Grundwasserverhältnissen nichts zu thun. In dieser Richtung bleibt nur das auffallende Auftreten des Typhus in der Kaserne im Frühjahr 1865 bemerkenswerth. Durch die Trockenlegung des Schanzengrabens wurde damals der Grundwasserstand im Thalacker und Bleicherweg in solcher Weise gesenkt, dass die meisten Brunnen dieser Gegend ihr Wasser ganz verloren. Gerade während dieser Zeit eines ausserordentlich tiefen Grundwasserstandes trat in der Kaserne, wie erwiesen zu sein scheint, durch das schlechte Trinkwasser auf dem Exerzirplatz, das aus einem Brunnen unmittelbar neben den grossen Jauchebehältern geschöpft wurde, veranlasst eine heftige Typhusepidemie auf, welche zu einer Aufhebung des betreffenden Kurses führte. Trotz des nach der Theorie für die Ausbreitung ausserordentlich günstigen Grundwasserstandes, der in hohem Grade Besorgnisse erregen musste, trat keinerlei weitere Verbreitung der Epidemie ein, und spricht hernach auch diese Erfahrung gegen einen Zusammenhang beider Erscheinungen in unserer Gegend.

Sollen wir dieses für unsere Gegend verneinende Resultat, welchem wir übrigens keineswegs eine allgemeine Gültigkeit zuschreiben wollen, bedauern und die zahlreichen Beobachtungen, welche dazu führten, als verlorene ansehen? Im Gegentheil darf man sich befreuen, nicht unter dem drückenden Gefühle stehen zu müssen, dass die durch die Natur bestimmten, der Einwirkung der Bewohner entzogenen Localverhältnisse für die Gesundheit der Gegend unbedingt maassgebend seien. Wie würden sich die ungeheuren Kosten für Kanalisation und bessere Wasserversorgung rechtfertigen, wenn dadurch doch gegenüber dem Auftreten der eingreifendsten Krankheiten, der Cholera und des Typhus, wenig geholfen wäre und solches nur von den ausser unserm Bereich liegenden Feuchtigkeits-Verhältnissen bedingt würde? Durch jenes verneinende Resultat wird man zu der zuerst von England ausgegangenen Ueberzeugung geführt, dass eine Gegend in dem Maasse von Cholera und von typhösen Fiebern frei werde, als solche von der Zersetzung der Abfallstoffe in den Häusern befreit und mit reinerem Wasser versehen wird. Trockenheit in und um die Wohnungen, reine Luft und reines Wasser werden damit Hauptbedingungen für die Gesundheit. Von dieser Anschauung ausgehend ist unsere Stadt mit einem vollständigen Dolennetz zur schnellen Ableitung alles Schmutzwassers und zur Entwässerung des Bodens bis unter die durchschnittliche

Kellertiefe versehen worden, durch die Vermehrung der Abtrittkübel nimmt die Masse des in Abtrittgruben aufgespeicherten, im Innern der Stadt faulenden Unrathes immer mehr ab; die Stadt erhält endlich durch die neue Wasserversorgung in die Häuser reines und reichliches Brauchwasser und an den Brunnen kühles Trinkwasser. Schon folgen auch verschiedene Ausgemeinden in gleichem Sinne nach, indem Riesbach diese Anlagen schon besitzt und Hottingen ohne Zweifel ebenfalls bald damit beginnen wird. Wenn namentlich auch die in ihren ökonomischen Verhältnissen eingeschränkte Gemeinde Aussersil in neuerer Zeit mit einer die Gemeinde und deren Behörden sehr ehrenden Weise mit Energie vorgeht, darf man hoffen, es werde auch die noch im Rückstand begriffene Gemeinde Enge nicht länger zögern und ebenfalls zu der Ansicht gelangen, dass ein Vertrauen auf eine bevorzugte, günstige Lage, welche ohne eigenes Zuthun gesundheitsschädliche Einflüsse auf die Dauer fern halten werde, trügerisch sei.

Es kann auf solche Art gerade das für die Grundwasser-Theorie verneinende Resultat unserer Beobachtungen einen Sporn zur Thätigkeit bilden.

Schwankungen in der Härte des Wassers. Nach der frühern Erklärung der Grundwassertheorie kommt bei derselben die mehr oder weniger starke Verunreinigung des Wassers selbst nicht in Betracht, sondern die Zersetzung der Unreinigkeiten in der den Schwankungen des Wasserspiegels ausgesetzten, bald mit Luft, bald mit Wasser erfüllten Bodenschicht. Diese Unreinigkeiten kommen theils durch die Versickerung von oben, theils aus dem Wasser selbst her, und schien daher eine Beobachtung der Schwankungen in den fremden Bestandtheilen des Wassers möglicher Weise von Werth zu sein. Bei den zu Gebot stehenden Mitteln konnte es sich nicht um eine genaue Analyse, namentlich nicht um Bestimmung der organischen Bestandtheile handeln, sondern musste versucht werden auf ganz einfachem Wege, wenn auch auf Kosten der Genauigkeit, vorzugehen. Aus diesem Grunde wurde die Härte des Wassers, das heisst dessen Gehalt an erdigen Salzen, der sich mit der Seifenprobe äusserst leicht bestimmen lässt, als Maassstab gewählt. Man war sich wohl bewusst, hieran nur einen sehr einseitigen Maassstab zu besitzen, glaubt aber doch annehmen zu dürfen, dass in vielen Fällen, namentlich bei schnell erfolgenden Veränderungen des Wassers in demselben Brunnen, einer Vermehrung der Verunreinigung durch aufgelöste erdige Salze auch eine Vermehrung der übrigen Unreinigkeiten entspreche und umgekehrt. Die diesfälligen Beobachtungen sind ebenfalls graphisch aufgetragen, auf Tabelle 4 enthalten. Aus den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen kann noch kein Zusammenhang der Schwankungen der Wassermengen und der Härte gefunden wer-

den. Das Wasser im See ist sehr constant, ebenso in den von ihm direkt beeinflussten Sodbrunnen des Kiesbodens der kleinen Stadt, obgleich hier die Härte theilweise bedeutend grösser. Stärker sind die Schwankungen in den Brunnen von Aussersil, wohl des hier vom Berge zufliessenden Grundwassers wegen, noch stärker endlich an den verschiedenen Quellleitungen und an den Sodbrunnen im Zeltweg und am Zürichberg.

In den vorstehenden Blättern ist eine Uebersicht der Erfahrungen, Beobachtungen und Untersuchungen gegeben worden, welche einem richtigen Urtheile über die Wasser-Versorgung unserer Stadt vorausgehen mussten. Die Verhältnisse gestalteten sich der Art, dass die vorhandenen Quellen auch bei bester Benutzung und möglichster Vermehrung nur für Trinkwasser genügen können, dass dagegen die weit grössere für den Hausverbrauch, sowie für polizeiliche und industrielle Zwecke nöthige Wassermenge in der Limmat gefunden wurde, deren chemische relative Reinheit gerade für diese Verwendungen sehr vortheilhaft ist. Diess veranlasste das grossartige hydrotechnische Unternehmen, welches unter unsern Augen seine Arme polypenartig durch alle Gassen und in alle Häuser ausstreckt und nun bald zur Vollendung gelangt. Welche, zum Theil eigenthümlichen und sinnreichen, technischen Mittel bei der Ausführung zur Anwendung kamen, gehört nicht in den Bereich der gegenwärtigen Blätter, und hat überdiess bereits im XIV. und XV. Band der Schweiz. Polytechnischen Zeitschrift eine übersichtliche Darstellung gefunden.

Uns muss es genügen, die Seite der für unsere Stadt so wichtigen Angelegenheit näher beleuchtet zu haben, welche mit den Naturverhältnissen Zürich's in unmittelbarer Beziehung steht.

GEOLOGISCHER PLAN VON ZÜRICH UND UMGEBUNG

Neujahrsblatt der Naturforsch. Ges. in Zürich auf das Jahr 1871.

Höhenmaßstab = 1 : 5000.

Fig. 2.

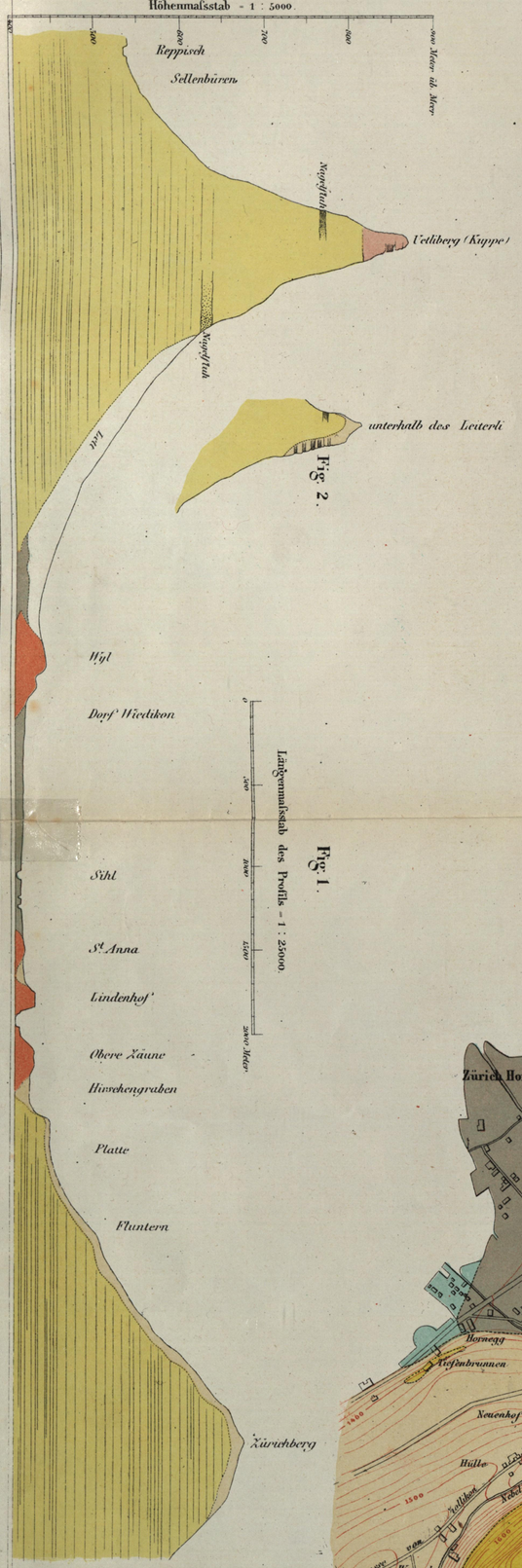
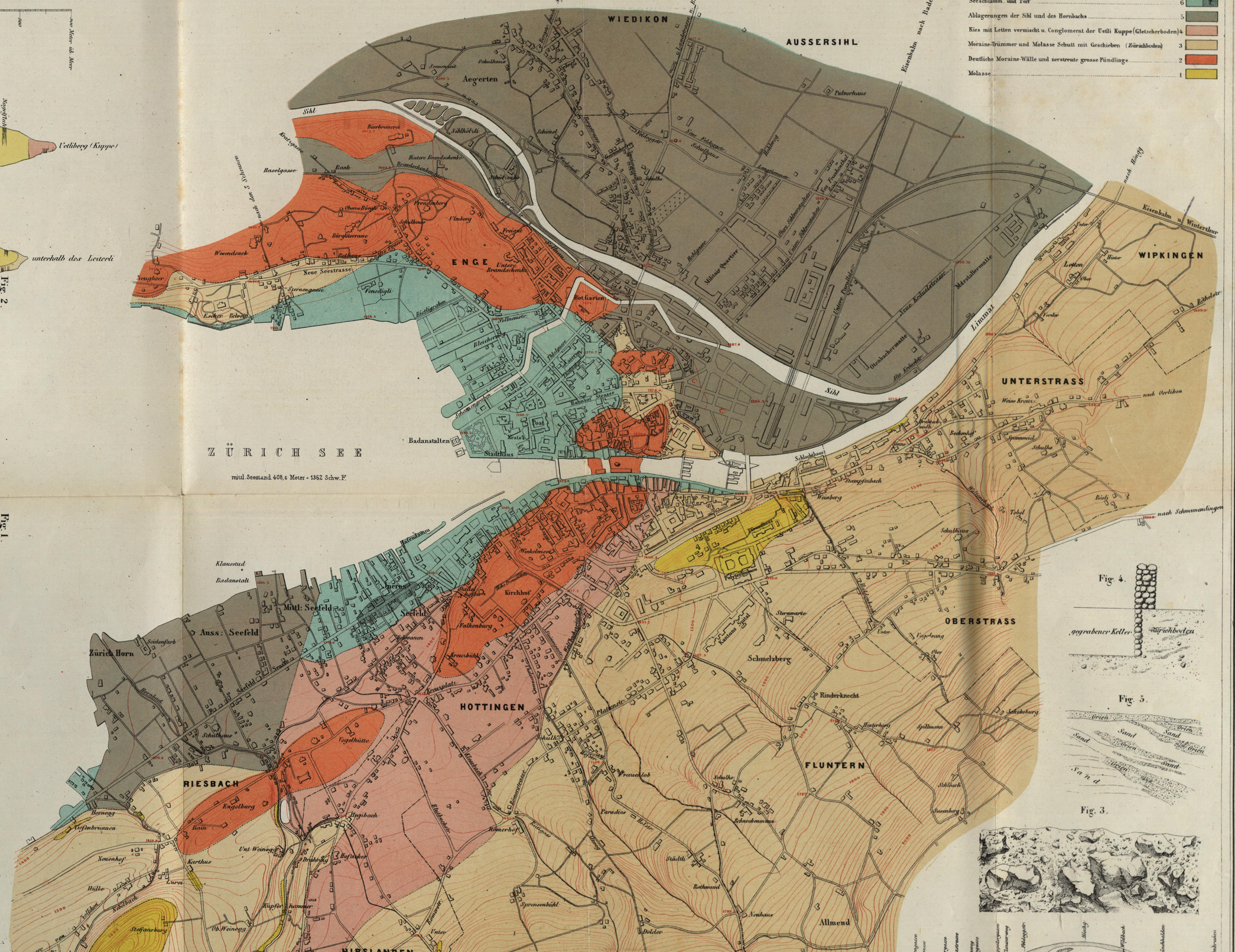


Fig. 1.



Farben Erklärung.

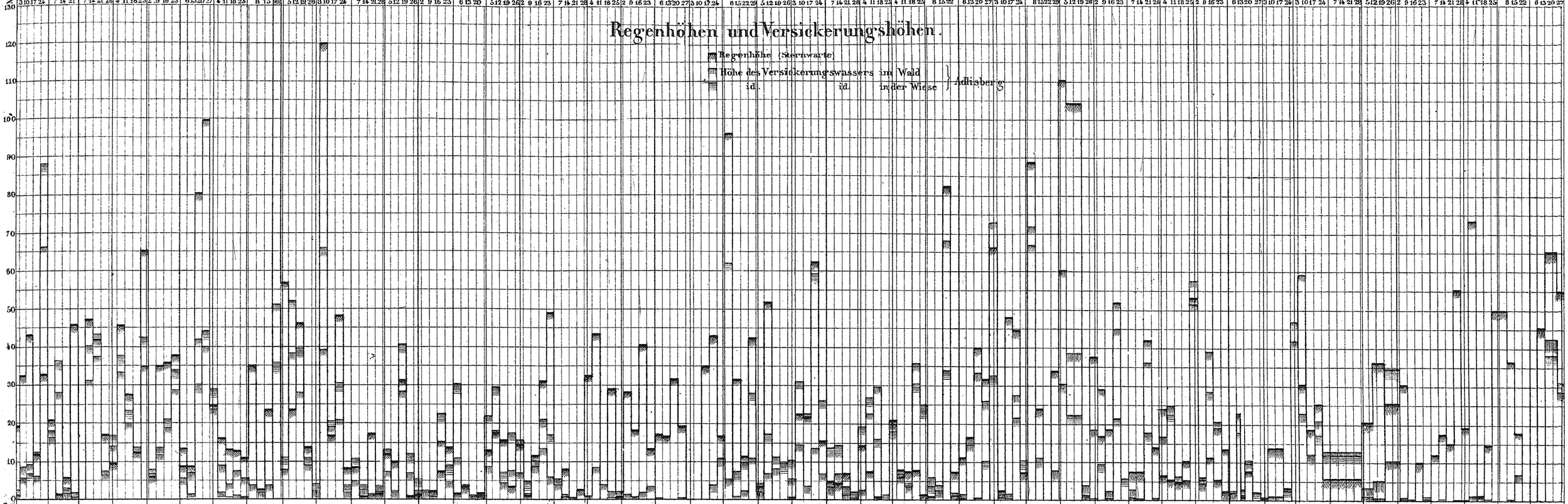
Seeschlamm und Torf	6
Ablagerungen der Sihl und des Hornbachs	5
Kies mit Letten vermischt u. Conglomerat der Uetli Kuppe (Gletscherboden)	4
Moraine-Trümmer und Molasse Schutt mit Geschieben (Zürichboden)	3
Deutliche Moraine-Wälle und zerstreute grosse Findlinge	2
Molasse	1

Maßstab 1 : 10000

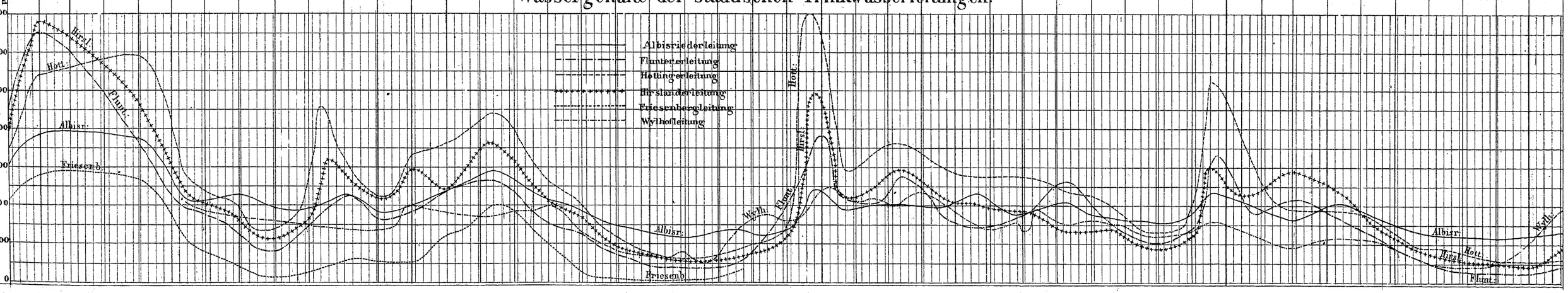
1000 500 0 1000 2000 Fuss

Topogr. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cie in Winterthur

Regenhöhen und Versickerungshöhen.

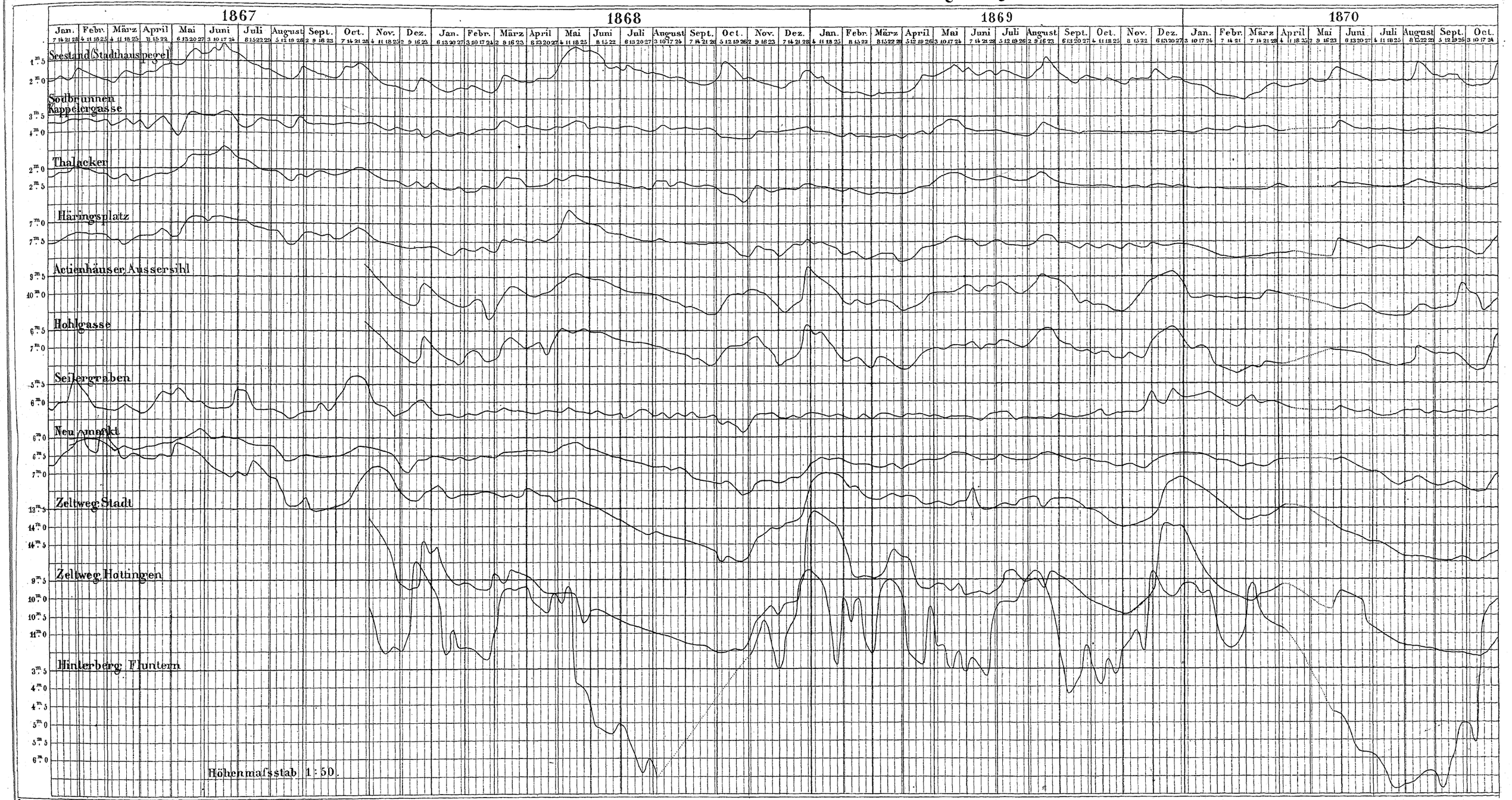


Wassergehalte der städtischen Trinkwasserleitungen.



Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cº in Winterthur.

Höhestände des Grundwassers in Zürich und Umgebung.



Wo die Curven punktirt sind, fehlen die Beobachtungen.

Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cº in Winterthur.

Variationen der natürlichen Härte des Grundwassers.

Tafel 4.

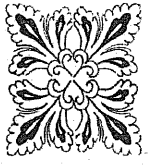
Höhenmassstab: 1° Härte = 1 m/m Höhe

Lith Anstalt v. Wurster, Randegger & C° in Winterthur

Verlauf der Cholera 1867 verglichen mit den Grundwasserständen.

Januar | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | October | November | December

Cholerafälle in Zürich und den Ausgemeinden
Höhen des Versickerungswassers (Adlisberg)
Gesammtmenge des städtischen Quellwassers
Grundwasserstände im Zeltweg (Stadtgebiet)
Seewasserstände (Stadthauspegel)
} im Jahr 1867

Grundwasserstände
Seestände
Litres pr. Minute (Quellengehalt)
Zahl der Cholerafälle
Millimeter (Versickerungshöhen)

Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cº in Winterthur