

# Zur geologischen Beurtheilung der Trinkwässer von Wrschowitz bei Prag.

Von Dr. Friedrich Katzer.

Zu den Anforderungen des öffentlichen Gesundheitswesens, auf welches neuerer Zeit besonderes Gewicht gelegt wird, gehört in erster Reihe ein gutes reines Trinkwasser und die Beschaffung eines solchen in durchaus hinreichender Menge wird allgemein als eine der wichtigsten Aufgaben der Gemeindeverwaltungen anerkannt. Leider gestatten es die Verhältnisse nicht, überall eine völlig befriedigende Lösung dieser Aufgabe mit wünschenswerther Raschheit herbeizuführen. In dieser Lage befindet sich auch die Stadtgemeinde Wrschowitz, welche bei verhältnissmässig beschränkter Ausbreitung eine grosse Bevölkerungsziffer aufweist und daher in höherem Maasse als andere Orte den hygienischen Anforderungen der Neuzeit Rechnung zu tragen bestrebt sein muss, leider aber nicht im Stande ist, an die selbständige Lösung so kostspieliger Fragen, wie die Beschaffung von besserem Trinkwasser, als in der Gemeinde selbst gewonnen werden kann, herantreten zu können. Dagegen dürfte aber die Geneigtheit vorhanden sein, seinerzeit einen Anschluss an die Trinkwasserleitung von Prag anzustreben, welchen Plan wohl auch andere Vororte der Landeshauptstadt hegen dürften. Von Prag darf diesbezüglich das grösste Entgegenkommen erwartet werden, da es in seinem eigensten Interesse gelegen ist, für die Abschaffung von Missständen in den Vororten, welche den Gesundheitszustand der Hauptstadt sehr gefährden können, unter Umständen selbst Opfer zu bringen.

Vorläufig ist aber das goldene Prag von gutem und reichlichem Trinkwasser selbst noch weit entfernt, da im günstigsten Falle die Durchführung des Projectes der Zufuhr von Trinkwasser aus dem Thalgebiete des Beraunflusses und Radotiner Baches bei Lahovička,

auch wenn dessen geologische Begutachtung ganz unanfechtbar wäre, noch einige Jahre in Anspruch nehmen dürfte. Diese, hoffentlich nicht gar zu lange Zeit über bleiben die im Bereiche der Stadt und der Vororte bestehenden Brunnen nach wie vor die einzigen Trinkwasserquellen der Bevölkerung und ist es daher sehr angezeigt, denselben volle Aufmerksamkeit zu widmen.

Als Mitglied der ständigen Gesundheitscommission der Stadtgemeinde Wrschowitz habe ich, zum Theil unter Beihilfe des Herrn Apothekers Mag. A. Bauer, den grössten Theil der Brunnen des Ortes untersucht und glaube einige Resultate von allgemeinem Interesse erzielt zu haben, die ich im Folgenden zusammenstellen will. Da die geologischen Verhältnisse, welche naturgemäss wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit der Bodenwässer ausüben, in Wrschowitz analoge sind wie in Nusle, den Königlichen Weinbergen und einem grossen Theile von Prag, so darf ich meine auf enger begrenztem Gebiete gewonnenen Ergebnisse als Beitrag zur Kenntniss der geologischen Grundlagen der Prager Trinkwasserfrage überhaupt bezeichnen.

Wrschowitz breitet sich zum grössten Theile auf dem südlichen Gehänge des Plateaus aus, welches in den Königlichen Weinbergen in dem für den neuen grossen Stadtpark ausersehenen Terrain östlich vom sogenannten Kuhstall am höchsten ansteigt (oberhalb der Villa Feslovka, 273 Meter). Nur ein kleiner Theil der Gemeinde liegt in dem breiten ebenen Thale des Botičbaches (195 Meter) und seines kleinen von Alt-Straschnitz kommenden Zuflusses (sogenannten Vantroky). Der Abfall des besagten Plateaus gegen diese Thalniederung ist verhältnissmässig sehr steil, im östlichen Theile des Ortes zwischen der Hus- und Přemysl-gasse aber durch zwei Hügelrücken abgestuft, welche selbst gegen Norden sanft, gegen Süden jedoch steil abfallen.

Das ganze höhere Terrain, auf welchem sich Wrschowitz ausbreitet, wird von glimmerreichen Grauwackenschiefern 2 c (Dd4 Barrandé's) eingenommen, welche in der Thalebene des Botičbaches und seines erwähnten Zuflusses von Alluvium bedeckt werden.

Die Grauwackenschiefer besitzen in frischem Zustande eine dunkelgraue Farbe, erscheinen aber an den entblössten Gehängen angewittert, meist rostbraun oder eigenthümlich graugrün. Im Wesentlichen vermag man zwei Abarten der Schiefer zu unterscheiden: die eine Abart stimmt völlig mit den typischen Gesteinen der Stufe überein. Sie bildet grobe Schichten, die mit reichlichen quarzitären Zwischenlagen abwechseln, wodurch die Schichtung sehr deutlich hervorgehoben wird, obwohl die Schiefer häufig durch zahllose transversale Klüfte in lauter unregelmässig prismatische Stücke zerlegt erscheinen. Diese Abart ist hauptsächlich im höheren Theile von Wrschowitz, etwa von der Jungmann- und Husgasse aufwärts, sowie in dem angrenzenden Theile der Weinberge herrschend.

Die zweite Abart der Grauwackenschiefer ist dünnschichtig bis blätterig, auch im angewitterten Zustande grau, nur selten von einzelnen quarzitären Schichten durchschossen, an welchen man das Verflächen bestimmen kann, welches sonst durch eine ganz unregelmässige Zer-

klüftung und Zerbröckelung der Schiefer verwischt zu sein pflegt. Diese Abart ist hauptsächlich im unteren Theile der Gemeinde, am unteren Ende der Jablonský- und Havlíčekstrasse, unterhalb der Přemyslsgasse, in der Nähe des Brauhauses u. s. w. verbreitet. Das verschiedene Aussehen dieser Schieferart von jener zuerst erwähnten ist wesentlich durch den höheren Thongehalt, dann wohl auch durch das viel feinere Korn und die bedeutend gleichmässigeren Textur veranlasst, aus welchen Eigenschaften sich auch das verschiedene Verhalten gegen Druckwirkungen erklären lässt. Denn während die ersteren, mit quarzitischen Zwischenschichten wechsellagernden Schiefer durch den Gebirgsdruck, welcher sie fast auf den Kopf gestellt hat, wohl transversal völlig zerklüftet wurden, aber sonst ihren Zusammenhang und ihre ganz gleichmässige Lagerung bewahrten; erscheinen die letzteren vielfach zusammengestaut, gewunden und aufgeblättert, so dass die Schichtung, wie erwähnt, stellenweise ganz unkenntlich wird. Diese Erscheinung ist um so auffälliger, als die einzelnen, den Schiefnern eingeschalteten quarzitischen Schichten die wilden Windungen und Biegungen derselben in der Regel nicht mitmachen. Es lässt dieser Umstand begründeter Weise vermuthen, dass die verworrene Lagerung dieser Schiefer kein blosses Druckphänomen ist, sondern zum Theil auf die Beschaffenheit der Schiefermasse selbst und die mit deren Verhärtung verknüpfte Volumänderung zurückgeführt werden muss.

Ausser diesen beiden Hauptabarten des glimmerreichen Grauwackenschiefers 2c kommt noch eine dritte vor, welche für die Brunnenverhältnisse von Wrschowitz, wie wir weiter unten sehen werden, von besonderer Wichtigkeit ist. Farbe und Aussehen derselben erinnern an die zweite Abart, in der deutlichen Schichtung nähert sie sich aber mehr der ersten. Es sind harte, quarzreiche, graugrüne, recht deutlich geschichtete, unregelmässig zerklüftete Schiefer, welche sich in grössere Platten brechen lassen. Quarzitisches Zwischenschichten sind darin weit seltener als in der zuerst angeführten Abart, dafür aber werden sie häufig von Quarzadern durchzogen. Diese harten Schiefer treten hauptsächlich in zwei Zügen auf. Der eine geht aus dem hinteren Theile des Rhangerischen Gartens (Stadtparkes) bei der Kirche quer über die Strasse und über den Platz vor dem Gemeindehause durch den oberen Theil der Žižkagasse und die Přemyslsgasse zum Botičbache, an dessen rechtem Ufer die Schiefer in einigen Felswänden entblösst sind. Der zweite Zug streicht mit dem ersten ziemlich parallel, beiläufig vom Anfang der Horymírgasse, nahe der Mündung in die Husgasse über die Terrainerhebung Na stráni und quer über den westlichen Theil der Šafaříkgasse. Beide Züge sind an der Oberfläche einigermaßen dadurch kenntlich, dass sie über die Umgebung mehr minder hervorragen; namentlich die beiden oben erwähnten Hügelabstufungen des östlichen Terraines, auf welchem sich Wrschowitz ausbreitet, gehören denselben an. Durch die fortschreitende Baubewegung und Strassenregulirung müssen früher oder später die derzeitigen Aufschlüsse verdeckt und die äusseren Anzeichen des geologischen Aufbaues des Terrains der Beobachtung entzogen werden; deshalb ist es gewiss nicht ohne Bedeutung Alles zu fixiren, was diesbezüglich nach dem heutigen Bauzustande der Stadtgemeinde mit Sicherheit bestimmt werden kann.

Das Streichen der glimmerreichen Grauwackenschiefer ist ein sehr gleichmässig nordöstliches (in der Palackýstrasse h 4, in der Jablonskýgasse h  $3\frac{1}{2}$ , in der Horymírgasse h  $4\frac{1}{2}$ , in der Žižkagasse ebenfalls h  $4\frac{1}{2}$ ), das Verfläichen, abgesehen von localen Ausnahmen, steil ( $70-85^\circ$ ) südwestlich. Nur im untersten Stadttheile sinkt der Fallwinkel der Schichten bis auf  $50^\circ$  herab.

Das ebene Terrain zwischen dem Wrschowitzer Gehänge im Norden und dem Bohdalec und Tachlowitzer Hügel im Süden wird von alluvialem Sand eingenommen, dem sich nur ganz untergeordnet Schotter- und Geröllanhäufungen beigesellen. Der Sand ist ein verhältnissmässig sehr feinkörniger Quarzsand, dessen Korngrösse zwischen 0·3—1 Millimeter Durchmesser variirt. Mehr minder durchsichtige oder durchscheinende Quarzkörnchen bilden etwa 85 Procent des Ganzen; der Rest besteht aus rothen Eisenkiesel-, grauen bis schwarzen Kiesel-schiefer-, ferner aus Feldspath-, Amphibol- und spärlichen Granatkörnchen, dann aus Glimmerblättchen, einer limonitischen Beimengung und einzelnen Magnetitpartikelchen. Goldspuren, die man darin einmal gefunden haben will, vermochte ich nicht nachzuweisen. An den Stellen, wo der Sand ausgehoben wird, sieht man 6—7 Meter tiefe Wände, an welchen sich die mehr eisenschüssigen von den reineren Lagen schon durch die Färbung abheben; bei näherem Zusehen vermag man auch ganz deutlich die feinkörnigen, von den mehr grobkörnigen Schichten zu unterscheiden. Im Uebrigen wird die gleichmässige Ablagerung nur selten von thonigen oder kohligen, gewöhnlich bald auskeilenden Einschaltungen unterbrochen. Schichten von gröberem Geröll kommen nur äusserst selten vor.

Auf diesem Sandterrain liegen nur wenige Nummern von Wrschowitz, darunter der Bahnhof und das neue k. u. k. Traindepôt an der Strasse nach Záběhlitz.

Schon bei oberflächlicher Untersuchung der Trinkwässer machte sich ein unverkennbarer Unterschied zwischen jenen aus dem Alluvialgebiet und jenen aus dem Grauwackenschiefer geltend. Die ersteren wurden stets vollkommen klar, frisch, ohne Beigeschmack und auch in den heissen Sommermonaten sehr kalt befunden, die letzteren dagegen erscheinen zuweilen etwas trübe, besitzen einen eigenthümlichen faden bitteren Beigeschmack, welcher besonders vermerkt wird, wenn das Wasser einige Zeit an der Luft steht und sind im Sommer wegen ihrer verhältnissmässig hohen Temperatur wenig erfrischend. Auch die qualitative chemische Untersuchung unterscheidet die Wässer der Brunnen des Grauwackenschiefergebietes wesentlich von den Wässern des Alluvialterrains. Die ersteren enthalten rehr reichlich Chloride und Sulphate, sowie durchgehends Nitrate, und zwar zum Theil in überraschender Menge, aber bis auf vereinzelte Ausnahmen (in 2 von 68 Brunnen) keine Eisensalze; die letzteren enthalten wohl auch Chloride und Sulphate, jedoch nur Spuren von Nitraten, dafür aber stets Eisenoxydverbindungen. Allein gerade den Grauwackenschiefern 2c wird nachgesagt, dass die aus denselben entspringenden Wässer reich an schwefelsauerem Eisenoxydul, dem Zersetzungsproduct des in den Schiefem angeblich stets enthaltenen Pyrits, seien, ja J. Krejčí bezeichnet gelegentlich Wässer aus diesen Schiefem in Wyschehrad, in Kostř, am Belvedere

u. s. w. geradezu als Vitriolwässer, welche nur durch lange Gewöhnung zu Trinkwässern werden konnten. Hieraus ergibt sich ein Gegensatz zwischen dem chemischen Verhalten der Brunnenwässer des Wrschowitzter Schieferterrains und den Wässern in einigen anderen Verbreitungsgebieten der Stufe 2 c, welcher eine nähere Untersuchung wünschenswerth machte.

Auch die eigenthümliche Gestalt des Wasserspiegels, wie sie sich aus Tiefmessungen der leider sehr ungleichmässig vertheilten Brunnen in Wrschowitz ergibt, gab Veranlassung zur möglichst genauen Feststellung der bezüglichen Verhältnisse.

Die in diesen beiden Richtungen gewonnenen Resultate werde ich nun im Folgenden darlegen, und zwar erscheint es vortheilhaft, zunächst die Gestalt der Wasserfläche und die damit zusammenhängenden Erscheinungen zu besprechen.

Alle Brunnen von Wrschowitz werden vom Grundwasser gespeist. Der Begriff des Grundwassers muss allerdings etwas weiter gefasst werden, als sonst üblich ist, indem namentlich von einer wenig geneigten undurchlässigen Schicht, auf welcher sich die eingesickerten meteorischen Niederschläge ansammeln und fortbewegen könnten, abgesehen werden muss. Die Annahme einer solchen ist einigermassen nur für das Alluvialterrain statthaft, weil hier die sehr permeablen Sand- und Kiesablagerungen auf untersilurischen Schiefen ruhen, deren Permeabilität eine bedeutend geringere ist, so dass mit Recht angenommen werden darf, dass nur ein Theil des zu diesen Schiefen vordringenden Wassers einen Durchgang in noch grössere Tiefen finden werde, wogegen der andere Theil sich über die Schichtenköpfe der Schiefer in der Richtung des Abfalles ihres durch die Sandauflagerung verdeckten Niveaus fortbewegen wird. Im Schieferterrain entfällt aber die Bedingung einer nicht allzu steil geneigten, wasserundurchlässigen Schicht von selbst, weil das Verflachen der Schichten ein sehr steiles ist. Freilich, die Permeabilität der drei oben erwähnten Schieferabarten ist eine recht verschiedene: die normalen, transversal stark zerklüfteten Schiefer sind am meisten, die thonigeren, dichteren Schiefer weniger und die quarzreichen harten Schiefer fast gar nicht wasserdurchlässig. Diese letzteren stellen somit eine Unterlage vor, auf welcher sich das eingedrungene Wasser, bis auf jenen kleinen Theil, welcher durch Risse und Klüfte weiter vordringt, ansammeln könnte. Dass dies bis zu einem gewissen Grade in der That geschieht, ist durch die Brunnenmessungen erwiesen. Da jedoch das Fallen der Schichten ein sehr steiles ist, so ist das Ansammeln oder besser Anhaften des Wassers an den harten Schiefen nicht allein aus der geringen Permeabilität derselben zu erklären, sondern man muss annehmen, dass in der Tiefe Wassermengen vorhanden sind, die in Bezug auf die einsickernden Niederschläge wie eine undurchlässige Schicht wirken, d. h. das Eindringen derselben in zu grosse Tiefen verhindern.

Im alluvialen Terrain bildet die Wasserfläche des Grundwassers — oder vielleicht besser phreatischen Wassers<sup>1)</sup> — fast eine Ebene.

<sup>1)</sup> Daubrée, Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Paris 1887, T. I, pag. 19.

Das Wasserniveau der Brunnen befindet sich durchwegs 6—7 Meter unter der Oberfläche und steigt gegen das südliche Gebänge des Thales nur wenig, gegen das nördliche etwas rascher an. Man braucht sich bei Feststellung dieser Verhältnisse jedoch nicht auf die wenigen Brunnen zu beschränken, sondern kann lehrreiche Beobachtungen in allen Sandgruben des Terrains machen. Der Sand kann nur bis zu der angegebenen Tiefe von 6—7 Meter ausgehoben werden, weil man tiefer hinab sofort auf Wasser stösst, welches mit ziemlicher Gewalt empordringt. Ein tieferer Schaufelstich genügt, um in wenigen Minuten am Boden der Sandgrube einen Wasscrtümpel zu schaffen. Die Wassermenge, welche in diesem Alluvialterrain angesammelt ist, ist eine sehr grosse, für gewöhnliche Pumpvorrichtungen geradezu unerschöpfliche, wie sich daraus ergibt, dass bei einer Veranlassung aus dem grossen Brunnen auf einem Versuchsfelde bei Nr. 298 mittelst Dampfmaschine durch drei Stunden Wasser geschöpft wurde, ohne dass mit der Messschnur eine Senkung des Wasserspiegels constatirt werden konnte. Die Länge des Alluvialterrains beträgt im Wrschowitzer Kataster etwa 2500 Meter, die Breite 2—700, im Mittel mindestens 300 Meter; die Fläche der Alluvialniederung macht daher niedrig bemessen 750.000 Quadratmeter aus. Die Wassermenge, welche jährlich auf diese Fläche niederfällt, beträgt bei der bekannten Niederschlagsmenge von 50 Centimeter mindestens 375.000 Cubikmeter. Sollte hievon nur ein Drittel in die Tiefe dringen, was bei der grossen Durchlässigkeit des Sandbodens gewiss nicht zu hoch angeschlagen ist, so wären dies 125.000 Cubikmeter jährlich, welche dem Sandterrain entnommen werden könnten, ohne dass der normale Tiefwasserstand eine Einbusse erleiden müsste. In Wirklichkeit gestalten sich die Verhältnisse entschieden günstiger, schon aus dem Grunde, weil von den Thalgehängen, besonders aber vom Norden her, fortwährend Wasser in das Alluvialgebiet zuströmt. Man würde also ganz sicher gehen, wenn man die Wassermenge, die täglich geschöpft werden könnte, auf 400.000 Liter veranschlagen würde, was bei einem Verbrauch von 20 Liter per Kopf und Tag einer Bevölkerung von 20.000 Seelen genügen würde. Wiewohl nun Wrschowitz in sehr raschem Aufschwung begriffen ist, so dürfte diese Bevölkerungsziffer doch vor Ablauf eines Decenniums nicht erreicht werden und bis dahin würde somit ein im Alluvialterrain entsprechend angelegtes Pumpwerk die ganze Stadt mit verhältnissmässig gutem Trinkwasser in durchaus hinreichender Menge versorgen können. Sollte eine solche Anlage etwa geplant werden, so wäre der wichtige Umstand zu berücksichtigen, dass sich das phreatische Wasser im Alluvialterrain, wie es scheint sehr rasch, in der Richtung von Osten gegen Westen fortbewegt.

Wie einfach und regelmässig die Gestalt der Grundwasserfläche im alluvialen Gebiete ist, ebenso verwickelt und unregelmässig erscheint sie im Schieferterrain. Auf Weinberger Grund in der Palackýstrasse gegenüber von Nr. 427 erreicht das Wasser die Oberfläche und strömt frei aus. Diese Quelle, welche nun seit einigen Jahren fast ununterbrochen, und zwar im Sommer reichlicher als im Winter fliesst, entströmt den stark zerklüfteten Grauwackenschiefern im Hangenden der thonigeren, blätterigen, undeutlich geschichteten Schiefer, welche aber

kaum von Einfluss auf den stetigen Abfluss des Wassers gerade an dieser Stelle sein dürften. Vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, dass durch die vor einigen Jahren vorgenommene Tieferlegung des Strassen-niveaus einer von den Sammelcanälen des in den Schieferklüften circulirenden Wassers angefahren wurde. Ursprünglich — vor 5 Jahren — befand sich der Ausfluss des Wassers im Niveau des Strassengrabens und die an die Oberfläche emporquellende Wassermenge war ganz unbedeutend. Heute befindet sich die Quellenmündung fast 3 Meter über der ursprünglichen Austrittsstelle des Wassers und zugleich hat sich die Quelle, welche besonders im Frühjahr und Sommer sehr wasserreich ist, etwa 2 Meter tief in das Gehänge eingegraben. Den Weg, den die Quelle von ihrer ursprünglichen Mündung zur jetzigen zurückgelegt hat, ist durch eine nach oben an Tiefe und Breite zunehmende Rinne bezeichnet. Man hat hier ein Beispiel der rückschreitenden Bewegung der Quellen vor sich und kann sich bei dem Effect, den die Quelle in wenigen Jahren erzielt hat, wohl vorstellen, dass sie mit der Zeit das ganze Schieferplateau bis zum höchsten Punkte durchsägen könnte.

Während hier der Spiegel des phreatischen Wassers über Tage liegt, befindet er sich etwa 150 Meter weiter südlich, nämlich in den Brunnen der mit diesem Theile der Palackýstrasse ziemlich parallelen Barákgasse schon durchschnittlich 20 Meter unter der Terrainoberfläche und dies trotzdem sich das Terrain rasch senkt. Denn, wie oben dargelegt, ist der Abfall des Gehänges, auf welchem sich Wrschowitz ausbreitet, von der Palackýstrasse zum Botičbache herab ein verhältnissmässig sehr steiler. Die Längsgassen (Barák-, Hus-, Jungmann-, Horymír-, Šafárik- und Přemysl-gasse) bezeichnen gewissermaassen Stufen des Gehänges, während in den Quergassen (Jablonský-, Havlíček-, Sokol-, Žižka-, Purkyněgasse) die ganze Steilheit des Abfalles deutlich ersichtlich ist. Diese Gassen sind auch zum Theil nicht befahrbar. Die oberen Längsgassen besitzen eine Neigung von Westen gegen Osten, welcher jedoch der Grundwasserspiegel nicht genau folgt. So beträgt am Westende der Barákgasse in Nr. 171 die Tiefe vom Brunnenkranz bis zur Wasserfläche 25 Meter, am Ostende derselben Gasse in Nr. 174 nur 19 Meter und noch weiter östlich in der Husgasse Nr. 296 hlos 15 Meter. Nach den mir von Herrn Stadtsecretär J. Zajíc freundlichst zur Verfügung gestellten Gassenprofilen liegt aber die Côte bei Nr. 296 um 23 Meter tiefer als bei Nr. 171 und es müsste daher der Wasserspiegel, wenn er sich genau der Terrainneigung anpassen würde, bei Nr. 296 noch um 10 Meter tiefer liegen, woraus sich ergibt, dass der Grundwasserspiegel in der Richtung der flachen Terrainabdachung von West gegen Ost sogar relativ steigt. Ein absolutes Steigen in Bezug auf die Horizontale findet allerdings nicht statt, da der Wasserspiegel bei Nr. 296 um 13 Meter tiefer liegt als am Westende der Barákgasse; aber er nähert sich unverkennbar der Terrainoberfläche.

Diese Annäherung des Grundwasserspiegels an die Terrainoberfläche ist am grössten in der Nähe und besonders zwischen den beiden Eingangs geschilderten Zügen der verhärteten quarzreichen Grauwackenschiefer, worin eben ihre Wichtigkeit für die Wrschowitz Brunnen-

verhältnisse beruht. Sie selbst führen so gut wie gar kein Wasser, weshalb Brunnen in ihrem Bereiche anzulegen zu keinem Ergebnisse führen kann, um so weniger, als bei der fast saigeren Schichtenstellung ein baldiges Durchsinken dieser quarzigen Schiefer nur in der Liegendzone zu erhoffen ist. Zum Glück sind diese beiden Züge nicht besonders mächtig, und zweitens beeinflussen sie die Terrainverhältnisse des östlichen Theiles der Gemeinde in solcher Weise, dass selbst bei einer durchgreifenden Regulirung der von ihnen durchzogenen Strecken nicht zu befürchten ist, dass in ihrem Bereiche viel Veranlassung zu hoffnungslosen Brunnenanlagen gegeben sein wird. In Bezug auf das in den umgebenden weicheren, zerklüfteten Grauwackenschiefern enthaltene Wasser verhalten sich die beiden Züge fast wie zwei in eine Flüssigkeit getauchte Platten, nämlich der Wasserspiegel hebt sich gleichsam durch Adhäsionswirkung an ihnen und zwischen ihnen in die Höhe. In Folge dessen befindet er sich hier wenig tief unter der Terrainoberfläche, und dies ist der Grund, weshalb die Keller der Häuser am unteren Ende der Palackýstrasse, welche auf dem Terrain zwischen den beiden Zügen stehen, so häufig ertränkt werden, da schon ein geringes Steigen des Grundwasserspiegels genügt, um ein Eindringen des Wassers in die Keller zu bewirken.

In dem besprochenen Längsdurchschnitt vom westnordwestlichen zum ost-südöstlichen Ende von Wrschowitz zeigt also die Grundwasserfläche bei allmäliger Neigung in östlicher Richtung eine Annäherung an die Terrainoberfläche, welcher sie sich an den beiden Zügen quarziger, wenig permeabler Schiefer rapid nähert, um weiter ostwärts jenseits derselben wieder rasch gegen das Alluvialgebiet herabzusinken.

Im beiläufig nord-südlichen Querprofil von der beschriebenen freiströmenden Quelle in der Palackýstrasse über die Barák-, Jungmann- und Jablonskýgasse zum Botičbache sinkt der Wasserspiegel zunächst, wie oben erwähnt, rasch bis auf 25 Meter unter Tage und erreicht in der am Abhange tiefer liegenden Jungmannngasse (nach Brunnenmessungen in Nr. 236, 281, 290, 289 und 214) die grösste Tiefe. Während aber in der Barákngasse die Wasserfläche von Ost gegen West sehr allmähig steigt, erhebt sie sich hier westwärts gegen die Jablonskýgasse zu äusserst rasch, ja fast unvermittelt, indem sie schon in der Jungmannngasse von 27 Meter in Nr. 214 auf 12 Meter in Nr. 183 steigt und in der Jablonskýgasse an gewissen Stellen (Borovanka) fast zu Tage austritt. Eine Erklärung für diese Erscheinung finde ich in der geringeren Durchlässigkeit der dichten thonigen Schiefer, welche den unteren Theil der Jablonskýgasse und überhaupt den tieferen Theil des Wrschowitz Gebanges einnehmen, und an welchen daher eine Stauung des Grundwassers eintreten muss. Die natürlich nicht scharfe Grenze zwischen beiden Schieferabarten, die ja durch Uebergänge mit einander eng verbunden sind und nur in Zonen, nicht aber in einzelnen Schichten, von einander geschieden werden können, zieht von der Borovankagasse ostwärts unterhalb der neuen, in die Havlíčekgasse mündenden Längsgasse hindurch gegen das Ostende der Horymírgasse. Dieser gegenwärtig von Feldern und Gärten eingenommene Strich darf nach den Erfahrungen in der Jablonskýgasse als wasserreich bezeichnet werden und bei der künftigen Verbauung desselben dürften hier Brunnenanlagen mit

geringen Kosten ausgeführt werden können. — Im Bereiche der dünn-schichtigen thonigeren Schiefer senkt sich der Wasserspiegel sehr rasch zum Botičbache, beziehungsweise zum Alluvialterrain herab; deshalb sind auch alle Brunnen in der Přemysl-gasse verhältnissmässig tief.

Fasst man nun die Ergebnisse der Brunnenmessungen und sonstigen Beobachtungen zusammen, so stellt sich die Gestalt der Grundwasserfläche im Gebiete der Stadtgemeinde Wrschowitz als aus zwei Längsmulden bestehend dar. Die obere dieser Mulden umfasst das Terrain der normalen, stark zerklüfteten, glimmerigen Grauwackenschiefer von der Palackýstrasse südwärts bis gegen die Mitte der Jablonskýgasse und zum Ostende der Horymírgasse, sowie von diesem Punkte dem Streichen des Gehänges nach bis an's Westende der Gemeinde in der Barákgasse. Der nördliche Flügel der Mulde liegt in ziemlicher Höhe über dem südlichen, das Muldentiefste befindet sich aber näher zum letzteren. Die untere Mulde umfasst das Gebiet der dünn-schichtigen Schiefer südlich von der angegebenen Grenze und das Alluvialterrain. Auch ihr Nordrand liegt entsprechend der Neigung des Terraines und der Wasserzufuhr höher als der südliche Rand, nur dass hier der Unterschied wegen der grossen Flächenausdehnung der Grundwassermulde nicht auffallend hervortritt. Die obere Mulde der Grundwasserflächen wird im Osten von den Zügen der wenig permeablen quarzigen Grauwackenschiefer begrenzt. Das Grundwassergebiet jenseits derselben gehört als höher ansteigender Theil schon der unteren Mulde an. Das Tiefste dieser letzteren befindet sich beiläufig 7 Meter unter der Oberfläche des Alluvialterraines. Die beiden Profile Fig. 1 und 2 dürften zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse dienlich sein.

Nun sei gestattet auch die Qualität des phreatischen Wassers von Wrschowitz und die darauf bezüglichen Untersuchungen einer Besprechung zu unterziehen. Zunächst unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die Beschaffenheit des Bodens wesentlichen Einfluss auf die Qualität des in demselben circulirenden Wassers ausübt. Die auf die Erdkruste niederfallenden meteorischen Niederschläge enthalten, abgesehen von Spuren der in der Luftregion enthaltenen Gase, keinerlei mineralische Stoffe. In die Erdkruste eindringend, beginnen sie aber sofort eine zersetzende und auflösende Thätigkeit, in welcher sie namentlich in den obersten Schichten durch die Wirksamkeit der Luft unterstützt werden. Das in den Boden einsickernde Wasser nimmt die löslichen Zersetzungsproducte in sich auf und behält sie bis zu einem gewissen Grade unter allen Umständen in Lösung. Daher wird man aus der qualitativen Zusammensetzung der Grundwässer stets erschen können, welche Stoffe sie den Gesteinsschichten, in welchen sie sich bewegten, entzogen haben, wenn auch die quantitative Zusammensetzung kein richtiges Bild von der relativen Menge dieser Stoffe zu geben vermag, da ein mehr minder grosser Theil derselben während des unterirdischen Laufes der Wässer schon zum Absatz gelangt sein kann. Uebrigens wird man auch bei Beurtheilung der Qualität der aufgenommenen Bestandtheile auf die möglicher Weise eingetretenen chemischen Umsetzungen bedacht sein müssen.



sind zwar die glimmerigen Grauwackenschiefer, namentlich die grünlich grauen, weicheren, verhältnissmässig reich an Petrefakten und vielleicht dürfte in den Schiefen — ich besitze hierüber keine Erfahrung — sogar eine gewisse Stickstoffmenge aufgefunden werden können; dennoch ist es völlig ausgeschlossen, dass der Gehalt an Nitraten im Wasser von den organischen Einschlüssen der Schiefer abgeleitet werden könnte. Derselbe ist mit aller Bestimmtheit auf locale Einflüsse zurückzuführen und findet seine Erklärung in der Infiltration des Bodens durch stickstoffhaltige, der Nitrification verfallende Stoffe.

Dasselbe dürfte von den Chloriden gelten. Es ist zwar bekannt, dass sämtliche Schichtgesteine des mittelböhmischen Silurs geringe Mengen löslicher Chloride enthalten, aber es ist ausgeschlossen, den hohen Gehalt an Chloriden in unseren Brunnenwässern von daher erklären zu wollen. Auch die Chloride dürften zum grössten Theil durch Infiltration in die Brunnen gelangen.

Bezüglich der Sulphate in den Wässern aus dem Bereiche der glimmerigen Grauwackenschiefer 2c herrscht allgemein die Ansicht, dass dieselben ihre Entstehung der Zersetzung des in den Schiefen fein vertheilten Pyrites verdanken. In der That lässt sich in gewissen Schiefen der Stufe Pyrit nachweisen, so namentlich in den grüngrauen feinkörnigen, im frischen Zustande weichen, an der Luft verhärtenden Schiefen von Alt-Straschnitz, vom Gehänge des Bohdalechtügels und auch aus dem tiefsten Theile des Wrschowitzter Gehänges, — ganz abgesehen von den in dieser Hinsicht mehrfach untersuchten Grauwackenschiefern der Bruska, des Prager Belvederes und von Koštř. Allein in den Schiefen, welche auf Wrschowitzter Gebiete am meisten verbreitet sind, und welche den allergrössten Theil jenes (Weinberger) Gebietes zusammensetzen, aus welchem sich das Grundwasser gegen Wrschowitz herabbewegt, ist Pyrit nur in einzelnen Lagen in minimaler Menge nachzuweisen, während in der grossen Mehrzahl der Schichten überhaupt keine Schwefelverbindungen enthalten sind. Es wurden diesbezüglich die Schiefer von verschiedenen Stellen oberhalb des Zdekauerischen Gartens, in der Nähe des Weinberger Wasserreservoirs, in der Palackýstrasse, in der Jablonský-, Havlíček- und Purkyněgasse untersucht. In vielen von den 22 Proben konnten Spuren von in Wasser löslichen Sulphaten nachgewiesen werden; nachdem dieselben jedoch durch energisches Auslangen des Pulvers entfernt worden waren, konnten nur in 5 von 22 Fällen Spuren von Schwefelverbindungen in den Schieferproben ermittelt werden. Sehr auffallend war hiebei, dass eben diese fünf Proben grösseren Tiefen entstammten, beziehungsweise frischer, weniger verwittert, als die übrigen waren. Diese Thatsache scheint zu beweisen, dass in den zu Tage ausgehenden Schiefen 2c bis in jene Tiefen, aus welchen überhaupt bei verschiedenen Anlässen Proben gewonnen werden können, die durch die starke transversale Zerklüftung in hohem Grade geförderte Zersetzung so weit vorgeschritten ist, dass von dem ursprünglich in den Schiefen wahrscheinlich vorhanden gewesenem Eisenkies keine oder höchstens schwache Spuren übrig geblieben sind. In Folge dessen wird man in

Bezug auf den Pyritgehalt unter den auf der Erdoberfläche der Untersuchung zugänglichen glimmerigen Grauwackenschiefern 2c zwei Abarten zu unterscheiden haben: pyrithaltige und pyritfreie. Die ersteren sind nach den bisherigen Erfahrungen die feinkörnigen, thonigen, von transversalen Klüften weniger durchsetzten; die zweiten aber die als typisch bezeichneten, von quarzigen Zwischenschichten durchschossenen, stark zerklüfteten Schiefer. Diese letzteren sind nicht nur auf Wrschowitzer Terrain, sondern im ganzen Verbreitungsgebiete der Stufe überhaupt viel mehr verbreitet als die ersteren, welche hauptsächlich im Hangenden der Stufe, am Uebergang in die höhere Stufe 2d (*Dd5* Barr.) auftreten. Die pyritarmen Schiefer dürften aber in bedeutenden Tiefen ebenfalls einen grösseren Pyritgehalt aufweisen, denn aus der Zersetzung der Kiese blos in jenen wenig verbreiteten Schiefen, in welchen in den Oberflächenschichten Pyrit wahrgenommen wird, lässt sich der immerhin bedeutende Gehalt an Sulphaten in dem Grundwasser nicht erklären.

Auf Grund der Voraussetzung, dass man aus der qualitativen Zusammensetzung der frei strömenden oder künstlich erschlossenen Quellwässer dürfte ersehen können, welche Bestandtheile dieselben dem Boden entzogen haben, gedachte ich eine umgekehrte Beweisprobe dadurch durchzuführen, dass ich die stofflichen Veränderungen bei der Verwitterung der glimmerigen Grauwackenschiefer verfolgte, um hieraus ableiten zu können, welche Bestandtheile durch die Sickerwässer fortgeführt worden sind und daher namentlich im Grundwasser angetroffen werden dürften.

Gelegentlich der Anlage des Parkes auf dem Plateau, dessen Stüdfall Wrschowitz cinnimmt, wurden theils behufs Planirung des Terrains, theils zum Zwecke der Versetzung von alten Bäumen Bodenaushebungen vorgenommen, durch welche ich in den Stand gesetzt wurde, zu meinem Zwecke besonders geeignetes Material zu gewinnen. Eine Grube war von der Terrainoberfläche bis zur Sohle 4.75 Meter tief. In den fast saiger stehenden Schieferschichten war die Verwitterung so gleichmässig vorgeschritten, dass die durch ihre verschiedene Färbung deutlich unterschiedenen Verwitterungsproducte fast horizontale Lagen bildeten: Zu oberst schwarzbraune, recht humusreiche Ackerkrume 80 Centimeter, darunter eine mehr graue erdige Lage 35 Centimeter, unter dieser eine kaolinische, nach oben zu hellgraue, in der Mitte gelblichweisse, unten bräunliche, etwa 60 Centimeter starke Lage, unter dieser eine 45 Centimeter mächtige, dem Zerfall nahe Zone, in welcher aber die Schichtung der Schiefer wieder kenntlich wurde, darunter eine Zone, die sich durch lichtere Färbung und die sehr deutlich hervortretenden Glimmerblättchen von dem als normal zu bezeichnenden Schiefer unterschied, und endlich unten dieser letztere selbst. Das Gestein von der Sohle der Grube besass ganz das Aussehen der frischen Grauwackenschiefer 2c, wie man sie überhaupt zu erlangen vermag, dennoch kann es aus dem oben erwähnten Grunde nicht als vollkommen unangegriffen bezeichnet werden. Es versteht sich von selbst, dass die einzelnen Verwitterungszonen nicht scharf von einander getrennt, sondern durch allmälige Uebergänge miteinander verbunden waren. Im Allgemeinen wird man die

einzelnen angeführten Zersetzungsstadien überall, wo bei Grundgrabungen oder sonstigen Gelegenheiten die typischen Grauwackenschiefer 2c gut aufgeschlossen werden, wieder zu erkennen vermögen, obwohl die Mächtigkeit der Zonen meist wohl eine geringere sein wird als in unserem Falle.

Da die Schichten, wie mehrmals erwähnt, fast senkrecht stehen, so war es leicht, die verschiedenen Zersetzungsproducte ein und derselben Schicht zu entnehmen. Ich wählte nun zur genauen Analyse das möglichst wenig angegriffene Gestein von der Grubensohle und dann jenes kaolinische Zersetzungsproduct (130 Centimeter unter der Terrainoberfläche), welches das höchste Stadium der Verwitterung des Grauwackenschiefers vorstellt, auf welches die wohl Jahrzehnte lange Düngung und Bearbeitung der Ackerkrume keinen augenscheinlichen Einfluss ausgeübt hat. Die quantitative Analyse ergab:

	1. Im frischen Gestein	2. Im verwitterten Gestein
Schwefelsäure $SO_3$	Spuren	—
Kohlensäure $CO_2$	—	Spuren
Schwefel $S$	Spuren	—
Kieselsäure $SiO_2$	74·15 Procent	66·24 Procent
Aluminiumoxyd $Al_2O_3$	17·22	24·01
Eisenoxyd $Fe_2O_3$	} 2·73	{ 0·69
Eisenoxydul $FeO$		
Manganoxyd $MnO$	0·03	—
Kalk $CaO$	1·51	0·62
Magnesia $MgO$	1·78	1·33
Kali $K_2O$	1·57	1·96
Natron $Na_2O$	0·82	0·42
Wasser $H_2O$	1·12	5·04
Summa	100·93 Procent	100·56 Procent.

Wie aus diesen Ergebnissen<sup>1)</sup> ersichtlich, äussern sich die stofflichen Aenderungen, welche die Grauwackenschiefer 2c durch die Verwitterung erfahren, theils in einer relativen Abnahme, theils in einer Zunahme gewisser Bestandtheile. Eine Abnahme findet bei Kieselsäure, den Eisenoxyden, Kalk, Magnesia und Natron (?) statt, eine Zunahme bei Thonerde, Kali und Wasser. Dürfte man das kaolinische Zersetzungsproduct als blosses Verwitterungsresiduum des frischen Gesteines betrachten, dann lässt sich leicht berechnen, dass, um den ursprünglichen Thonerdegehalt von 17·22 auf 24·01 Procent relativ zu erhöhen, aus dem frischen Gestein 37·14 Procent Kieselsäure, 2·56 Procent Eisen-

<sup>1)</sup> Herr J. Schneider, damals Assistent der Chemie an der böhm.-technischen Hochschule in Prag, hat im März 1890 auf mein Ansuchen einige Revisionsbestimmungen vorgenommen. Er fand unter Anderem im frischen Gestein:  $S$  0·0077 Procent,  $SiO_2$  76·147 Procent. Die übrigen Werthe stimmen mit den angeführten gut überein.

oxyd (das Oxydul auf Oxyd umgerechnet), 1.48 Procent Kalk, 1.15 Procent Magnesia ausgelaugt worden sein müssten, auf dass sich die gefundenen Mengenverhältnisse dieser Bestandtheile im verwitterten Gesteine ergeben. Die Annahme ist aber keineswegs zulässig, schon aus dem Grunde nicht, weil bei der Verwitterung Thonerdeverbindungen allenfalls auch in Lösung übergehen, also ein unverminderter Bestand derselben im Residuum nicht angenommen werden darf. Die chemischen Hergänge bei der Verwitterung sind bei der nicht einfachen Zusammensetzung der Grauwackenschiefer 2c gewiss so complicirter Natur, dass sie wohl kaum durch eine ganze Reihe von Bausanalysen erklärt werden könnten, geschweige denn durch bloß zwei Analysen, welche sich nur auf die Endglieder der Verwitterungsreihe beziehen. Immerhin dürfte man aber erwarten, diejenigen Bestandtheile des Grauwackenschiefers, welche durch die Zersetzung und Auslaugung nachweislich eine Abnahme erfahren haben, zunächst und hauptsächlich im Grundwasser anzutreffen.

Um mich hievon zu überzeugen, unterzog ich eine grössere Anzahl von Brunnenwässern des oberen Schiefergebietes von Wrschowitz <sup>1)</sup> einer qualitativ-chemischen Prüfung. In allen wurde Kieselsäure, Kalk und Magnesia, in den meisten Thonerde, allein nur in zweien Spuren von Eisenverbindungen gefunden. Dieses Ergebniss ist insofern ein überraschendes, als Thonerde welche beim Verwitterungs- und Auslaugeprocess eine relative Anhäufung erfährt, im Grundwasser nachgewiesen werden kann, wogegen Eisenverbindungen, obwohl sie im verwitterten und ausgelaugten Schiefer in geringerer Menge erscheinen als im frischen Gestein, dennoch im Wasser in der Regel nicht anzutreffen sind.

Aus diesem Resultate ist sofort zu ersehen, dass die gemachte Voraussetzung, man könne aus den stofflichen Veränderungen, welche die Schiefer 2c durch Verwitterung erleiden, direct ableiten, welche Bestandtheile im Grundwasser erscheinen werden, eine irrthümliche war. Aus der Beschaffenheit der Quellwässer kann man sich wohl ein Urtheil darüber bilden, welche Stoffe dem Boden entstammen dürften, aber umgekehrt aus den Veränderungen, welche die Gesteine durch den zersetzenden Einfluss von Luft und Sickerwasser erfahren, ist man nicht berechtigt abzuleiten, welche Bestandtheile im Grundwasser wieder gefunden werden müssen. Das Verhältniss zwischen dem chemischen Verhalten des phreatischen Wassers und des Bodens ist kein solches, um es durch eine einfache Formel zum Ausdruck bringen zu können.

Behufs genauerer Erkenntniss der Beschaffenheit der Wrschowitz Trinkwässer wurden auch einige quantitative Analysen ausgeführt, wobei ich mich aber auf die Bestimmung der Hauptbestandtheile beschränkte. Der Abdampfrückstand wurde bei 130° C. getrocknet, die Salpetersäure nach der Marx-Bemmelen'schen Methode, Schwefelsäure,

---

<sup>1)</sup> In der Barákasse 7, in der Jungmangasse 16, Jablonskýgasse 9, Havlíčekgasse und der neuen, noch nicht benannten Länggasse 15, in der Husgasse 2, in der Palackýgasse 5.

Chlor, Kalk und Magnesia in üblicher Weise im unverdichteten Wasser bestimmt.

Aus dem Alluvialterrain wurde nur das Wasser aus dem Brunnen im Hofe bei Nr. 298 analysirt. Die gewonnenen Resultate unterscheiden sich recht auffallend von den Ergebnissen der Wasseranalysen aus 4 Brunnen des Schieferterrains, die untereinander ziemlich Uebereinstimmung zeigen. Zum Vergleiche genügt es, eine derselben jener des Wassers aus dem Alluvialterrain gegenüber zu stellen, und zwar wähle ich die Analyse des Wassers aus dem Brunnen Nr. 296 in der Husgasse, weil dieselbe ebenso wie jene des Brunnenwassers aus Nr. 298 im October 1890 ausgeführt wurde.

	Es wurden gefunden Milligramme im Liter	
	Brunnenwasser des Schieferterrains Nr. 296	Brunnenwasser des Alluvialgebietes Nr. 298
Chlor <i>Cl</i> . . . . .	134·6	111·2
Schwefelsäureanhydrid <i>SO<sub>3</sub></i>	260·2	102·1
Salpetersäureanhydrid <i>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	197·4	32·4
Kalk <i>CaO</i> . . . . .	204·8	149·2
Magnesia <i>MgO</i> . . . . .	109·1	67·5
Abdampfungsrückstand	1320	1035.

Man ersieht aus diesen Analysen, dass weder das Brunnenwasser aus dem Schieferterrain, noch jenes aus dem Alluvialgebiete strengen Anforderungen, die man an die Qualität der Trinkwässer zu stellen berechtigt ist, entsprechen, dass aber das Brunnenwasser aus dem Alluvialterrain ganz entschieden besser ist als jenes aus dem Grauwackenschiefer. Ueberdies ist anzunehmen, dass das Wasser in Nr. 298 verdorben ist, weil sich in nächster Nähe des Brunnens Pferdeställe und eine grosse Schlächtereier, weiter entfernt eine Rosshaarspinnerei und eine andere industrielle Unternehmung befinden. Man darf also berechtigter Weise annehmen, dass das phreatische Wasser im Alluvialgebiete im Allgemeinen von besserer Qualität ist als das analysirte Wasser; dagegen sind die Brunnenwässer des Schieferterrains im Durchschnitt eher schlechter als jenes aus Nr. 296, und es ist daher leicht zu entscheiden, welchem Wasser man den Vorzug geben soll, wenn keine andere Wahl übrig bleibt, als eines von beiden zum Trinkgebrauch und Kochen zu verwenden.

Die angeführten Analysen zeigen zugleich, dass das Grundwasser des Alluvialterrains einen starken Zufluss aus dem Schieferbereiche erfährt, welcher seine chemische Beschaffenheit unverkennbar beeinflusst. Wäre dies nicht der Fall, dann müsste das Grundwasser dieses Gebietes besser sein als es in der That ist. Die mächtigen Sandablagerungen des Terrains wirken als natürliches Filter und verbessern das aus dem Schiefergebiete zuströmende Wasser in physikalischer und hygienischer Hinsicht gewiss wesentlich. Den Vorzug der Klarheit, niedrigeren

Temperatur und vielleicht Keimfreiheit wird somit das phreatische Wasser des Alluvialterrains vor jenem des Schiefergebietes stets voraus haben und dies sind schliesslich Eigenschaften, die bei Beurtheilung der Trinkwässer ebenso in's Gewicht fallen, wie die chemische Beschaffenheit.

Ich wäre sehr erfreut, wenn diese kleine Arbeit zu ähnlichen Untersuchungen an recht zahlreichen Orten Anregung bieten möchte, weil sich aus denselben, selbst wenn sie in erster Reihe nur von localem Interesse sein sollten, Material zur Beleuchtung von noch ungeklärten Fragen eines der wichtigsten Capitel der allgemeinen Geologie ergeben würde.

---