

ingstr. 4/10. of 18.

Überreicht vom Verfasser.

Das
Wasser des Odertales

und die
Wasserkalamität der Stadt Breslau.

Von
Professor Dr. Luedecke,
Breslau.



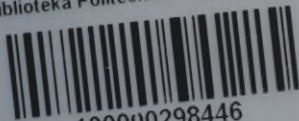
Verlag von F. Leineweber.
1907.

X
1765

Sonderabdruck
aus der hygienischen und gesundheitstechnischen Zeitschrift
„Gesundheit“.

Herausgegeben von
J. Brix,
Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Berlin
Charlottenburg, Goethestr. 69.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298446

Das
Wasser des Odertales

und die

Wasserkalamität der Stadt Breslau.

Von

Professor **Dr. Luedecke,**
Breslau.

F. Nr. 28447



Leipzig,
Verlag von F. Leineweber.
1907.

X
176

Sonderabdruck
aus der hygienischen und gesundheitstechnischen Zeitschrift
„Gesundheit“. Jahrgang 1907. Nr. 18.



|| 31686

Akc. Nr. 3006/50

Die Stadt Breslau wurde in früheren Jahren mit künstlich filtriertem Oderwasser versorgt. Schöpfstelle, Filter, Pumpanlage und Hochbehälter, welche auch jetzt noch benutzt werden, liegen oberhalb der Stadt; das Wasserwerk lieferte damals ein leidliches Gebrauchswasser, obgleich natürlich die Oder und ihre Zuflüsse auf ihrem langen Laufe die Abwässer vieler Dörfer, Städte und industrieller Anlagen aufnehmen muss. Infolge der ständig wachsenden Ausdehnung der Städte und der Vermehrung der industriellen Anlagen im Oberlaufe vermehrte sich die Menge der zufließenden Schmutzwässer ständig; dazu kam noch, dass sich infolge der in 1895 vollendeten Kanalisierung der oberen Oder die Schifffahrt ausserordentlich gehoben hat. Während in 1892 3070 Schiffe Breslau stromaufwärts passierten, waren es im Jahre 1895 10 137. Da schon wenige Fässer Chemikalien, welche in den Strom fallen, das ganze Wasser verderben, für Wochen ungeniessbar und gesundheitsschädlich machen können, so musste man, um der ständig wachsenden Gefahr der Wasserverschmutzung zu entgehen, versuchen, die erforderliche Wassermenge in einwandfreier Qualität auf andere Weise und unabhängig von der Oder zu beschaffen.

Da hier die jährliche Regenhöhe nur eine mittlere ist (554 mm im 50 jährigen Mittel), auch mächtige wassersammelnde Gesteinsschichten, aus denen starke Quellen entspringen könnten, im weiten Umkreise nicht vorhanden sind, so konnte die Wasserversorgung der Stadt, für welche jetzt in heisser Jahreszeit bis zu 60 000 cbm im Tag erforderlich werden können, nur auf das Grundwasser basiert werden, welches in dem durchlässigen Schwemmland der Oder erbohrt wurde.

Schon im Jahre 1892 wurde mit den Vorarbeiten begonnen, welche schliesslich in einem Pumpversuche, der mit 25 in den Wiesen des linken Oderufers oberhalb des alten Wasserwerks erstellten Rohrbrunnen ausgeführt wurde, im Herbst 1897 ihren Abschluss fanden.

Als Ergebnis der Vorarbeiten stellte der Leiter derselben, Herr Baurat Thiem, fest, dass die erforderliche Menge Grundwasser von 60 000 cbm täglich im Maximum durch eine 7 km lange Grundwasserfassungsanlage aus dem Boden der Wiesen oberhalb Breslau gewonnen werden könnte, und dass das Grundwasser nach entsprechender Enteisung für alle Zwecke gut zu brauchen sei. Es war dabei angenommen, dass nicht nur das in der Niederung selbst sich bildende, oder aus höher gelegnem Gelände zuströmende Grundwasser ausgenutzt, sondern dass auch das in den Flussbetten der Oder, und der damit parallel sich hinziehenden Ohle, vorhandene Wasser zur Bildung von Grundwasser herangezogen werden sollte. Am 12. Dezember 1901 wurde von den städtischen Behörden die Ausführung des Projekts genehmigt, mit der Ausführung alsbald begonnen, und die Arbeiten so gefördert, dass im Dezember 1905 das Reservoir mit Grundwasser gefüllt werden konnte. Das vorhandene Wasserhebewerk und der Hochbehälter blieben bestehen, und werden weiter benutzt; dagegen musste 3,7 km oberhalb desselben auf einer im Ueberschwemmungsgebiet der Oder liegenden Sandhöhe, dem Mühlberge in Althofnass, ein neues Pumpwerk gebaut werden, welches das in den Sammelbrunnen I und II zusammenfliessende Grundwasser durch ein doppeltes Druckrohr von 3,7 km Länge auf die neben dem Wasserhebewerk gelegene Enteisungsanlage drückt.

Es sind im ganzen 313 Rohrbrunnen von 15 cm Weite und 10 bis 12 m Tiefe in der zwischen Ohle und dem Deich resp. Hochufer liegenden Wiesenfläche hergestellt, welche zum bei weitem grössten Teile durch das Hochwasser von Oder und Ohle überschwemmt werden. 26 Brunnen bilden die unterste Gruppe 1 in der Feldmark Schwentnig, deren Heberrohr in den Sammelbrunnen I ausmündet; ober-

halb davon in SO-Richtung folgt dann die zweite aus 155 Brunnen bestehende Gruppe, welche ihr Wasser in den Sammelbrunnen II ergiesst; die dritte, südlichste Gruppe hat 132 Rohrbrunnen und sendet ihr Wasser nach dem Sammelbrunnen I. Die Rohrbrunnen sind 21 m von einander entfernt.

Der Boden des Odertales besteht aus einer Schicht von humosem, eisenreichem Ton, darunter folgt alluvialer Sand von verschiedener Körnung, in welchem das Grundwasser zirkuliert, während der darunter folgende diluviale Letten wasserundurchlässig ist und ca. 10 bis 16 m unter der Bodenoberfläche liegt. Wie ersichtlich, ist die wasserführende Schicht wenig mächtig; früher stand der Grundwasserspiegel nur 0,5 bis 1 m unter der Oberfläche, ja einzelne Teile der von den Brunnenleitungen durchschnittenen Niederung waren stark versumpft. In den undurchlassenden diluvialen Letten hat die Oder eine Mulde ausgewaschen, deren Ränder sich bis nahe an die Oberfläche heraus heben sollen, sodass von dem höherliegenden Terrain keine sehr bedeutenden Wassermassen der Mulde und der Grundwasserfassungsanlage zufließen können. Die bei dem Probepumpen aufgenommenen Horizontalen des abgesenkten Grundwasserspiegels zeigen aber, dass doch den Versuchsbrunnen, die etwa am Ende des unteren Drittels der jetzigen Ffassungsanlage hergestellt waren, beträchtliche Wassermengen aus dem höher liegenden Terrain zugeflossen sein müssen.

Seit Anfang des Jahres 1905 wurde Breslau ausschliesslich mit dem neu erschlossenen Wasser versorgt, welches allen Anforderungen reichlich genügt und im Mittel etwa durch folgende Angaben charakterisiert werden kann:

Härte	Rückstand	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	Cl	Sauerstoff- geb.	verbrauch.
7,0	212	56	10	22	53	14	1,0	

(Mittel der 4 Analysen, welche vom städtischen Untersuchungsamt ausgeführt sind.)

Infolge der geringen Niederschläge, der ausgebliebenen Überschwemmung und der starken Inanspruchnahme senkte sich der Grundwasserspiegel im

Gebiet der Fassungsanlage stark und erreichte am 27. März bei einer Entnahme von 33 700 Tages-cbm die bei Aufstellung des Projekts vorgesehene tiefste Lage auf 110,60 NN (7,5 m Absenkung), so dass nur noch 50 cm Wasserstand über den Filtern, die selbst 3 m lang sind, vorhanden war. Entgegen der Annahme des Projekts hatte bei dieser Tiefe der Absenkung ein Zufluss von Wasser aus der Ohle noch nicht oder doch nur in geringem Masse stattgefunden.

Es trat nun ein kleines Hochwasser in der Oder ein, welches am 28. März die Brunnen der Gruppe 3 überflutete, während die der Gruppe 2 wegen der höheren Lage des Terrains erst am 29. und auch nur zum Teil überschwemmt wurden.

Das über der Fläche aufgestaute und in den Boden eingepresste Wasser drückte die Bodenluft durch einzelne Filter in die Brunnen und die Heberleitung, sodass mit aller verfügbaren Kraft der Luftpumpen gearbeitet werden musste, um sie wieder zu entfernen. Gleichzeitig trat eine ungeheure Verschlechterung des Wassers ein, die sich vor allem zuerst in dem Eisengehalt bemerkbar machte.

Dieser betrug im Sammelbrunnen:

	I*)	II*)
am 28. März Vm	9 mgr	18 mgr/lit.
29. „ Nm	101 „	20 „ „
30. „ „	99 „	80 „ „

In einzelnen Brunnen war aber die Verunreinigung viel grösser und es betrug der höchste bestimmte Gehalt an Eisen (Fe) 400 mgr und dabei befanden sich noch 220 mgr Mangan.

Die Enteisungsanlage vermochte vorerst auch diese ungeheuren Mengen von Eisen abzuscheiden, dagegen verblieb das Mangan in Lösung und verdarb das früher so schöne Wasser vollständig, sodass es eigentlich weder zum Kochen noch zum Waschen zu gebrauchen war.

Ehe man etwas zur Abhilfe dieses ausserordent-

*) Die vom städtischen Untersuchungsamt hergestellten Analysen sind stets mit * bezeichnet.

lichen Übelstandes tun konnte, musste man sich über die Ursachen der Kalamität klar werden.

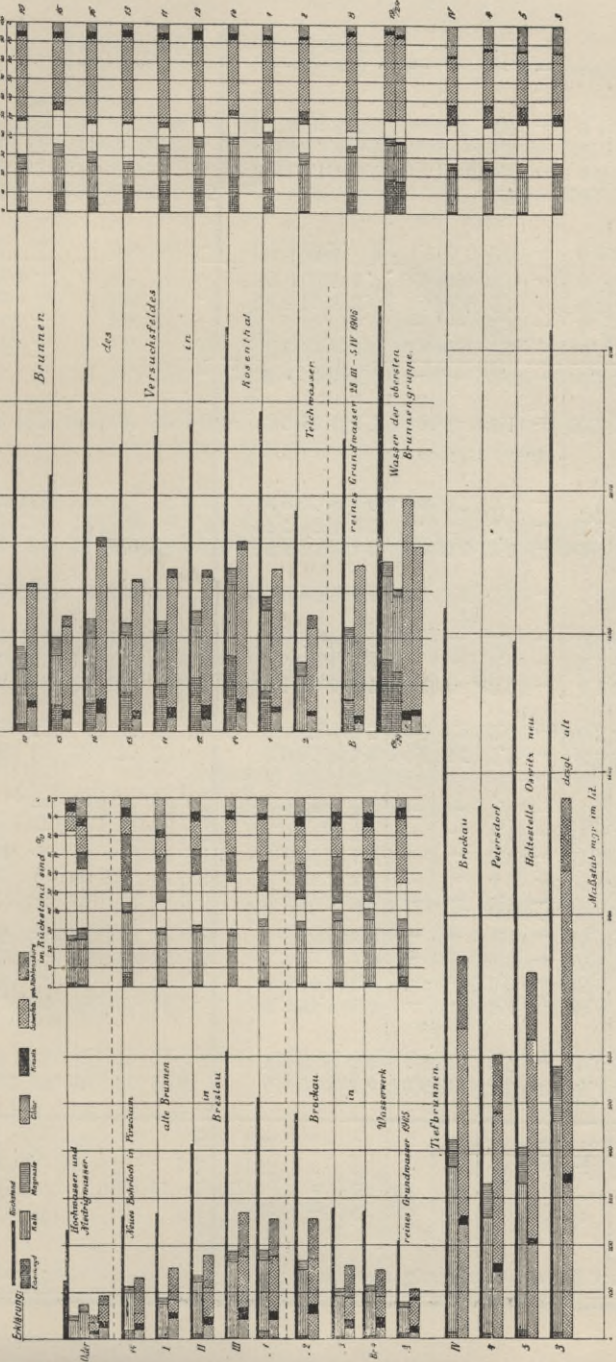
Gestützt auf meine bereits in früherer Zeit ausgeführten Untersuchungen des Wassers im Odertale, habe ich bereits am 1. April meine Ansicht niedergeschrieben und in der „Schlesischen Zeitung“ unterm 3. April abdrucken lassen; die in diesem Aufsatz, sowie in den Ergänzungen dazu vom 12. April und 10. Juni niedergelegten Ansichten sind durch meine späteren Untersuchungen sowie durch die des städtischen Untersuchungsamtes durchaus bestätigt worden, sodass ich für mich in Anspruch nehmen muss, als erster und lange Zeit als einziger die wahren Ursachen dieser aussergewöhnlichen Wasserkalamität erkannt zu haben.

Mit kurzen Worten stellt sich die Erklärung so dar. Im Boden des Oderalluviums überhaupt und an gewissen Stellen desselben im besonderen haben sich befunden und finden sich noch bedeutende Ablagerungen von Schwefeleisen (und Schwefelmangan); solange dieselben bei hohem Grundwasserstande von der Luft abgeschlossen waren, blieben sie unverändert. Die durch das Auspumpen des Grundwassers verursachte Senkung des Spiegels desselben (von 117 und 119 auf 110,6 NN) brachte das Schwefeleisen mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung; aus Schwefeleisen entstand schwefelsaures Eisen und freie Schwefelsäure, welch' letztere das reichlich vorhandene Eisen und Mangan löste, da der Boden kalkarm ist und der darin vorhandene Kalk nicht hinreichte, um die freie Säure zu sättigen. Da dieser Prozess ungestört $1\frac{1}{2}$ Jahr sich abspielen konnte, so hatte sich im Boden eine grosse Menge Eisen- und Mangansulfat, teils in festem Zustande auskristallisiert, teils in der geringen Menge capillarem Bodenwasser gelöst, angesammelt, welche dann durch das den Boden durchsickernde Hochwasser in kürzester Zeit gelöst und aus den Brunnen ausgepumpt wurde.

Die Analysen, welche die Beschaffenheit des Wassers im Oderschwemmlande kennzeichnen, sind in der angefügten Tabelle zusammengestellt, es folgen zunächst die nötigen Erläuterungen zu diesen Analysen.

Graphische Darstellung der Ergebnisse.

Wasser des Odrertales.



Das Wasser der Oder habe ich im Jahre 1902/3 regelmässig analysiert; bei wechselnden Wasserständen wurde jeden Tag früh um 8 Uhr an dem in der Stadt Breslau gelegenen unteren Wehr aus der Oberflächenschicht eine Probe entnommen, bei gleichmässigen Wasserständen nur alle Wochen. Das Wasser wurde filtriert, für Bestimmung des Rückstandes stets 1 l eingedampft und bei 105—110° getrocknet. Alle Resultate sind in Milligramm im Liter angegeben; die Härte wurde aus dem gefundenen Gehalt an CaO und MgO berechnet (deutsche Grade). Die in der Tabelle angegebenen Werte sind nicht die überhaupt höchsten und niedrigsten, sondern solche, welche bei starkem Hochwasser und tiefem Niedrigwasser öfter vorkommen. Der Rückstand schwankt zwischen 126 und 237 mgr, die Härte von 4 bis 8 Grad, der Gehalt an Schwefelsäure zwischen 18 und 30, der an gebundener Kohlensäure 12 bis 20. In den schwebenden Stoffen finden sich oft beträchtliche Mengen von Eisenoxyd, und Spuren von Mangan, auch das im filtrierten Wasser vorhandene Eisenoxyd ist vielleicht solches, welches in sehr feiner Verteilung, oder im colloidalen Zustande die Poren des Filters passiert.

Grundwasser der Oderniederung entsteht aus den Niederschlägen, aus dem Wasser der Oder und ihrer Nebenflüsse bei Überschwemmung, oder durch seitliche Infiltrationen oder aber durch unterirdischen Zufluss aus dem höherliegenden Gelände, welches aus glacialem Diluvium besteht. Die Sande des Oderschwemmlandes sind sehr kalkarm, der Untergrundsand der Versuchsfelder der landwirtschaftlichen Institute in Rosental enthält nur 0,02% CaO, der die oberste Decke bildende Oderschlick enthält 0,5 CaO, aber viel Eisen und Mangan. Da auch die Schichten des Diluviums verhältnismässig kalkarm sind, so muss das Grundwasser des Odertales auch weich sein.

Analyse Nr. 14 a gibt die Zusammensetzung des Wassers eines im Sommer 1906 gestossenen Bohrlochs, welches zwischen den beiden Flussbetten der oberen und unteren Ohle und zwischen Pirscham und

Knopf-Mühle liegt. Das Wasser dieser beiden Flussarme steht sehr hoch und deshalb besteht das Wasser des Bohrlochs jedenfalls zum guten Teil aus filtriertem Flusswasser. Von dem der Oder unterscheidet es sich durch seinen grösseren Gehalt an Karbonaten, da sich im Rückstand des Oderwassers bei Niedrigwasser 8% geb. CO_2 befindet, in dem des Bohrlochwassers dagegen 30%. Der Eisengehalt ist gross (20 mgr). Dann folgt in der Tabelle Anal. I das Wasser aus dem Rohrbrunnen der Badeanstalt von Kallenbach, welcher dicht hinter dem Bohlwerk der Oder, unterhalb des Wehres an der „Hinter Bleiche“ in der Stadt steht und 15 m tief ist. Jedenfalls besteht dieses Wasser zum Teil aus filtriertem Oderwasser. Der Rückstand ist dem vorigen gleichartig, nur findet sich mehr Chlor darin und ein beträchtlicher Gehalt an humusartigen Stoffen.

Der Rückstand der Brunnen auf dem D o m p l a t z Anal. II und der Universität III enthält wesentlich mehr Salze gelöst als die vorigen. Der erste Brunnen ist etwa 60 m von der Oder entfernt, der letztere ca. 160, beide bestehen schon seit sehr langer Zeit. Der Rückstand steigt bei beiden Wassern sehr beträchtlich (bis 603 mgr.) an; diese Vermehrung wird aber nicht bedingt durch Zunahme der Karbonate, sondern vor allem durch die der Sulfate. Vom Rückstand ist Schwefelsäure

in Nr. 14	I	II	III
	8,8%	10,5%	14,3%
			17,9%

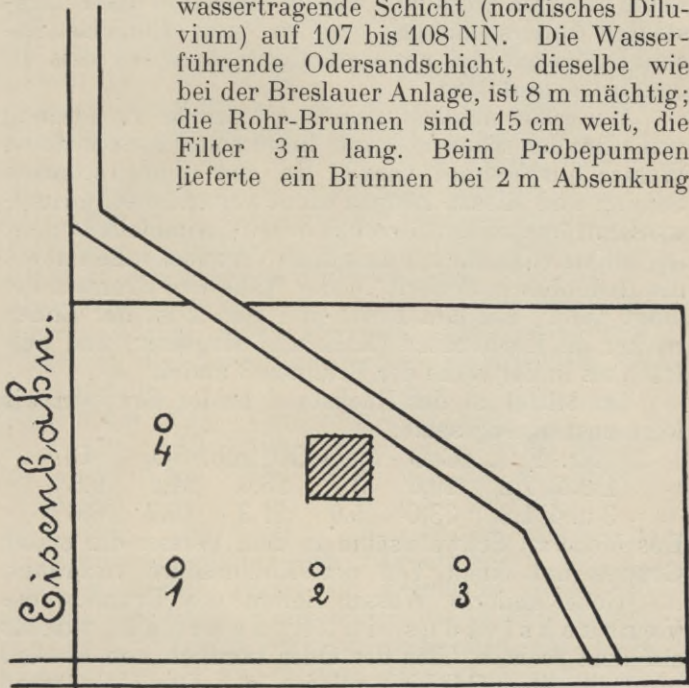
Der beträchtliche Gehalt an Chlor erklärt sich wohl aus dem Alter der Brunnen und ihren Lagen zwischen Gebäuden, die seit Jahrhunderten bestehen.

Der Karbonatgehalt aller dieser Wasser ist im Vergleich zum Oderwasser sehr hoch

(15 bis 25% des Rückstands gegen 8 bis 10%).

Eine Brunnengruppe, welche reines Grundwasser aus der Oderniederung liefert, ist die des Wasserwerkes des Vorortes Brockau, ca. 6 km SO von Breslau gelegen. Die 4 Brunnen und die Pumpstation liegen 1000 m weiter aufwärts und 1600 m mehr landeinwärts als die neue Breslauer Pumpstation,

und zwar dicht an dem grossen Verschiebe-Bahnhof von Brockau. Die Brunnen liegen, wie die Zeichnung 1 zeigt, durchschnittlich 21 m von einander entfernt. Die Terrainoberfläche liegt auf 118 m NN, die wassertragende Schicht (nordisches Diluvium) auf 107 bis 108 NN. Die Wasserführende Odersandschicht, dieselbe wie bei der Breslauer Anlage, ist 8 m mächtig; die Rohr-Brunnen sind 15 cm weit, die Filter 3 m lang. Beim Probepumpen lieferte ein Brunnen bei 2 m Absenkung



Zeichnung 1.

des Grundwasserspiegels 27 l/sec; der Durchmesser des Einzugsgebiets war dabei bloss 100 m.

Die Analysen V bis VIII zeigen, dass die Brunnen, trotzdem sie so nahe bei einander stehen, doch ganz wesentlich verschiedenes Wasser liefern, und zwar sind im Wasser von Brunnen 1 und 2 dieselben Mengen der analytisch bestimmten Stoffe gelöst, nur bei Eisen besteht noch ein wesentlicher Unterschied; die im Wasser der Brunnen 3 und 4 gelösten Stoffe stimmen fast vollständig innerhalb der Fehlergrenze überein. Das Wasser der zweiten Gruppe ist aber viel weicher

und enthält überhaupt sehr viel weniger gelöste Salze als das der ersten, (272 gegen 493 mgr); das letztere enthält doppelt so viel Chloride und Sulfate als das der ersteren, während der Unterschied in den Karbonaten weniger gross ist. Die in 1902 und 1904 angestellten Untersuchungen ergaben ganz ähnliche Resultate, soweit die unvollständigen Analysen dies zu beurteilen gestatten.

Wie ist es möglich, dass in so geringer Entfernung von einander schon mehrere Jahre solch verschiedenes Wasser ausgepumpt wird? In den reinen scharfen Sanden und Kiesen können nicht verschiedene Grundwasserströme weitere Strecken neben einander verlaufen; ich nehme vielmehr an, dass diese Verschiedenheit durch die Bodenbeschaffenheit in der Nähe der Brunnen bedingt wird. Bei den Brunnen 1 und 2 ist der Boden reicher an Karbonaten (Kalk und Magnesia) und Sulfaten als in der Nähe der Brunnen 3 und 4.

Im Mittel ist der Rückstand beider Gruppen wie folgt zusammengesetzt:

Nr.	F ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂ geb.	SO ₃	Cl
1 u. 2	2,2	29,6	3,7	16,0	21,1	9,8%
3 u. 4	1,8	33,0	5,0	21,3	16,7	8,6%

Das Mehr an Schwefelsäure in dem Wasser der ersten Gruppe hat einen Teil der Kohlensäure verdrängt.

Ganz anderes Wasser liefern die Brunnen des Versuchsfeldes in Rosenthal, welches auf dem rechten Ufer der Oder nördlich von Breslau in einem alten Oderarm gelegen ist. Der Untergrund ist auch hier feiner kalkarmer Sand (0,02 CaO) mit einer Schlickdecke von geringer und wechselnder Mächtigkeit.

Der Grundwasserspiegel liegt meist wenig tiefer als 2 m unter Terrain; er steigt, wenn der in ca. 1 km Entfernung vorbeifliessende Flutkanal „die alte Oder“ dauernd Hochwasser führt. Bis 1898 war kein Haus auf dem Felde, seitdem ist ein Wirtschaftshof erbaut, und auf einem Raume von 220 m Länge und 170 m Breite sind 8 Brunnen (ein Kesselbrunnen und 7 Nortonbrunnen) angelegt. Ausserdem befindet sich ein Wasserloch (Teich) dort, das von Regenwasser ge-

speist wird und mit dem Grundwasser in Verbindung steht.

Das beste Wasser enthält der Teich, Anal. Nr. 2. Rückstand und Härte entsprechen etwa den bisher betrachteten Brunnenwassern; Karbonate sind aber viel weniger, Sulfate viel mehr vorhanden. Vom Rückstande nimmt die Schwefelsäure 38%, in dem härtesten Brockauer Wasser nur 22%, im weichsten 16,7% in Anspruch. Dagegen ist der Gehalt an gebundener Kohlensäure kaum höher als der des Oderwassers, und etwa nur $\frac{1}{3}$ von dem des Brockauer Grundwassers. Eisen ist nur noch wenig in Lösung; aber der Augenschein zeigt, dass beträchtliche Mengen davon aus dem Wasser ausgefällt werden und die Sohle und Böschungen des Tümpels bedecken.

Die Menge der in dem Wasser der verschiedenen Brunnen gelösten Salze schwankt ausserordentlich; die höchsten und geringsten Werte sind hierunter zusammengestellt:

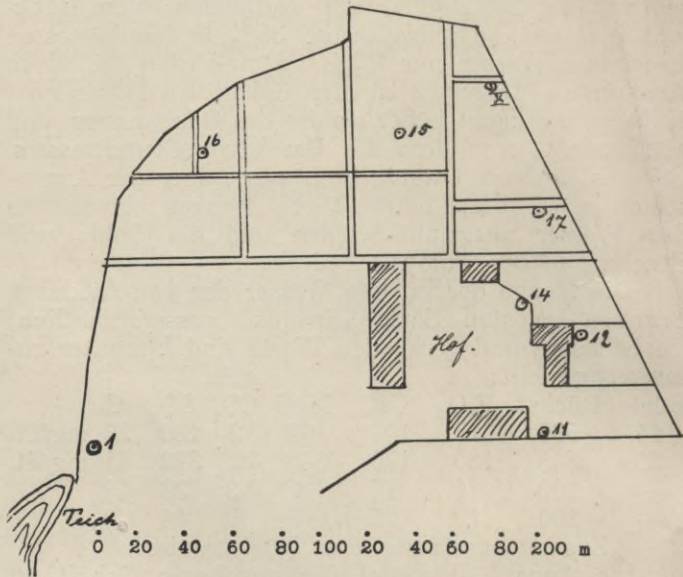
Härte	Rückst.	F ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	Cl
14	535	12	104	23	2	180	23 mg/lit.
20	845	160	170	46	22	322	41 mg/lit.
—	100	1	17	4	0,3	33	4%
—	100	19	25	8	4	44	6%

Zusammensetzung des Rückstandes.

Ins Auge fällt zuerst der ungeheure Gehalt an Eisen; die gebundene Kohlensäure, die in allen vorher betrachteten Wässern reichlich vorhanden war, fehlt hier ganz, oder ist nur in ganz geringen Mengen vorhanden. Alle Basen sind hier bis auf geringe Reste an Schwefelsäure gebunden. Aus dem Abdampfückstande von Nr. 14 liess sich durch wenig destilliertes Wasser alle Magnesia und ein Teil des Eisens und Kalkes ausziehen, was wohl dahin gedeutet werden muss, dass diese Basen als Sulfate im Rückstand vorhanden waren. Ferner wurde der von selbst ausgefallene Eisenniederschlag wiederholt untersucht, und es fand sich stets Schwefelsäure darin, allerdings in sehr wechselnder Menge. Diese Wasser verhalten sich also ähnlich wie eine Eisenvitriollösung, aus welcher sich, wie bekannt, basisch-schwefelsaure Eisen-

oxyd-Verbindungen von wechselnder Zusammensetzung im Gemisch mit Eisenoxydhydrat abscheiden.

Es kann also nicht zweifelhaft sein, dass das Eisen als Ferrosulfat gelöst ist. Die Rechnung zeigt auch,



Zeichnung 2.

dass Kalk und Magnesia nicht genügen, um die vorhandene Schwefelsäure zu neutralisieren. Alle Wasser halten auch Mangan in Lösung; die Menge desselben wurde aber nicht quantitativ bestimmt, sondern nur das Vorhandensein nachgewiesen.

An der Hand der obigen Zeichnung 2 lässt sich auch die Verteilung der verschiedenen Wässer topographisch verfolgen z. B.:

	Nr. 14	12	11	10	15	16	1
Gehalt des Wassers an Eisenoxyd	160	114	97	12	54	58	86
an Schwefelsäure	320	270	297	237	180	322	289

Diese ausserordentlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Salze, die in dem, in durchlässigem

Sanduntergrund vorhandenen Wasser gelöst sind, lässt sich wieder nur daraus erklären, dass dieser Untergrund, vor allem aber der darüber lagernde Schlick grosse Mengen Schwefelsäure abgeben, für deren Sättigung nicht genügend Kalk vorhanden ist, so dass die Schwefelsäure das Eisen und Mangan löst. Mangansuperoxyd (Braunstein), in welcher Form das Mangan wohl zumeist im Boden vorhanden ist, löst sich in reiner Schwefelsäure schwer, in Gegenwart von Ferrisulfat aber leicht.

Die vorher angeführten Analysen des Oderwassers und Grundwassers der Oderniederung weisen alle beträchtliche Mengen von Karbonaten nach, die in dem, auf einem kleinen Raum eingedampften Wasser bestimmt wurden (Ca CO_3 und Mg CO_3). In den Wassern des Versuchsfeldes fehlen sie mitunter gänzlich, oder sie sind nur in ganz kleinen Mengen vorhanden, da die Kohlensäure hier durch die Schwefelsäure ausgetrieben ist.

Der Kalkgehalt des nur in geringer Mächtigkeit vorhandenen Oderschlicks beträgt 0,5 bis 0,6%, er ist aber nicht in Form von Karbonat vorhanden, sondern als Humat und Silikat. (Prof. von Rümker, Breslauer Mitteilungen Bd. I.) Der Untergrundsand enthält aber nur 0,02%, ist also technisch betrachtet kalkfrei. Während in kalkreichen Böden vom kohlensäurehaltigen Wasser Kalk in grosser Menge gelöst wird, in den Untergrund hinabsickert und sich hier an gewissen Stellen ablagert, im Rheintal z. B. als „Rheinweiss“ den Kies des Untergrundes als Mörtel verkittet,*) das Eisen aber von dem stark alkalischen Wasser nicht gelöst, vielmehr aus Lösungen ausgefällt wird, gehen in dem an kohlensaurem Kalk armen Oderschlickboden die unlöslichen Eisen- und Manganverbindungen durch Reduktionsprozesse in lösliche Verbindungen über, senken sich mit dem Sickerwasser in die Tiefe und lagern sich am Grunde des Schlicks als Eisen-Manganschicht ab. Es

*) Luedecke, die Boden- und Wasserverhältnisse in Rheinhessen und Odenwald. Abhandl. d. geolog. Landesanst. in Darmstadt, Bd. III, 4 u. Bd. VI, 1.

ist eine alte Erfahrung, dass Brunnen im Odertal, die ihr Wasser dem Schlick über der Eisenschicht entnehmen, gutes oder wenigstens brauchbares Wasser liefern. Sowie aber diese Eisenschicht durchbrochen wird, liefern die Brunnen nur unbrauchbare Eisenbrühe. Meine Analysen der Wasser des Versuchsfeldes zeigen nun, dass in solchem Wasser das Eisen nicht, wie früher angenommen wurde, als Bikarbonat (vielleicht auch als Humat) in Lösung geht, sondern auch als Sulfat. Abgesehen von geringen im Schlick fein verteilten Mengen von Schwefeleisen (FeS_2) finden sich im Untergrund des Oderschlickes Stellen, welche sehr reich daran sind. Vom Teichschlamm ist dies ja seit langem bekannt, dass durch Fäulnis organischer Stoffe unter Luftabschluss Schwefelwasserstoff entsteht, welcher Eisen in Form von FeS_2 niederschlägt, und in den langsamverlandenden Altarmen der Oder haben sich viele Stellen befunden, und sind auch jetzt noch vorhanden, an denen die Verhältnisse genau so liegen, wie in schlammigen Teichen. Ferner findet sich öfter am Grunde der Moore teils fein verteilt, teils in Nestern zusammenliegend viel Schwefeleisen, welches, wenn es zugleich mit dem Untergrundsand auf der Oberfläche der Moorkulturen als Deckschicht ausgebreitet wird, sich alsbald zu schwefelsaurem Eisen und freier Schwefelsäure oxydiert und alles organische Leben vernichtet. Es wird in der Literatur ein Fall angeführt, wo auf 1 ha Fläche und 10 cm Tiefe so viel FeS_2 vorhanden war, dass daraus 3500 Ztr. Schwefelsäure entstehen mussten.

Als in den fünfziger Jahren das Haarlemer Meer trocken gelegt wurde, fanden sich Böden, welche angeblich 0,7% FeS_2 und 1,4% FeSO_4 enthielten; auf der Fläche von 1 ha und 20 cm tief gerechnet würde daraus ca. 40000 kg Ferrosulfat entstehen können.

Aus dem Odertale bei Schurgast wurde mir ferner eine Beobachtung mitgeteilt, dass bei Anlage eines Brunnens eine Schicht von 15 cm Stärke angetroffen wurde, welche zum grössten Teil aus Schwefelkies bestand. In der letzten Zeit wurden auch vom städtischen Untersuchungsamt Breslau einem Altarm der Oder

Schlickproben entnommen, die noch sehr viel mehr Schwefeleisen enthielten, als in dem oben angeführten Beispiele festgestellt wurde.

Bei sinkendem Grundwasserstande kommt das im Untergrund vorhandene Schwefeleisen mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung und oxydiert sich zu schwefelsaurem Eisen und freier Schwefelsäure, welche letztere die erreichbaren Karbonate in Sulfate verwandelt, und, wenn diese zur Sättigung nicht ausreichen, auch Eisenoxyd und das damit oft verunreinigte Manganoxyd in Sulfate verwandelt.

Diese löslichen Salze werden durch das durch den Boden hindurchsickernde Wasser zum Grundwasser hinabgeführt, langsam auf dem natürlichen Wege der Sickerwasserbildung, in grossen Mengen aber durch das bei Überschwemmungen oft in ungeheurer Menge in den Boden einziehende Flutwasser. Es ist auch möglich, dass, wenn sich der Boden langsam mit Wasser sättigt, die reichlich vorhandenen organischen Stoffe und der daraus sich bildende Schwefelwasserstoff die durch Oxydation entstandenen Salze wieder zu Schwefeleisen reduzieren, so dass derselbe Vorrat von Eisen und Schwefel an ungefähr derselben Stelle längere Zeit verbleibt, aber je nach Witterungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen seine Verbindungsform wechselt.

Bei Besprechung der Enteisung des Wassers wird gewöhnlich gesagt, dass das an Kohlensäure, und wohl auch an Humussäure gebundene Eisen in den üblichen Enteisungseinrichtungen abgeschieden wird. Diese Angabe ist dahin zu ergänzen, dass auch das an Schwefelsäure gebundene Eisen durch diese Apparate bis auf einen geringen Rest entfernt wird. In einem Vortrage, den ich am 16. Februar 1905 im Verein zur Förderung der Kulturtechnik in Breslau hielt, führte ich ein Modell der von Deseniss & Jacobi in Hamburg gebauten Enteisungspumpe vor, und konnte damit zeigen, dass dieser Apparat das Wasser des Brunnens Nr. 11 des Versuchsfeldes, welches etwa im Liter 100 mgr Fe_2O_3 in Form von Ferrisulfat enthält, bis auf einen Rest von 4—6 mgr enteisent. Auch aus reiner Eisenvitriollösung wird das Eisen abgeschieden

bis auf einen kleinen Rest, der sich vielleicht dadurch erklären lässt, dass die freie Schwefelsäure wieder etwas Eisen aus dem Filtermaterial löst. Der Kalkgehalt des Filtermaterials begünstigt sicher den Prozess der Enteisung; ich habe aber auch mit Filtermaterial, welches mit Salzsäure ausgewaschen war, um allen kohlen-sauren Kalk zu entfernen, dieselben Resultate erzielt, wie oben erwähnt. Herr Dir. Darapsky hat diese Verhältnisse dann im Detail studiert und die Resultate im Jahrgang 1906 dieser Zeitschrift veröffentlicht.

Wenn eisenhaltiges Wasser aus grossen, gemauerten Brunnen nur in geringer Menge entnommen wird, also längere Zeit ruhig darin steht, so nimmt es an der Oberfläche Sauerstoff auf, das gelöste Eisen oxydiert sich und fällt als Schlamm zu Boden. In der Nähe von Bunzlau wurde mir ein Brunnen gezeigt, aus welchem man zwei ganz verschiedene Wasser entnehmen konnte. Ein „Sachverständiger“ hatte die beiden mittels verschiedener Pumpen entnommenen Proben dahin beurteilt, die eine Probe wäre gutes Trinkwasser, die andere aber ungeniessbar. Die Sache klärte sich dahin auf, dass die ältere Pumpe das gute Wasser aus den oberen, enteisenten Schichten schöpft; als man die zweite Pumpe anlegte, wollte man die Sache besser machen, und führte das Saugrohr in die tieferen Schichten hinunter, sodass diese Pumpe das n i c h t enteisente Wasser ansaugt und auch das Eisen, das aus den oberen Schichten ausgefallen ist.

Wenn sich ein Grundwasser, in welchem schwefelsaures Eisen enthalten ist, im Boden über grosse Strecken bewegt, wozu natürlich lange Zeit erforderlich ist, so verbindet sich, sofern nur einigermaßen kohlen-saurer Kalk vorhanden ist, die Schwefelsäure mit diesem, so dass schliesslich das Wasser Gips neben grösseren oder geringeren Mengen kohlen-saurem Kalk und etwas kohlen-saurem Eisen gelöst enthält. Umgekehrt wird man aber aus dem Vorhandensein reichlicher Mengen von schwefelsaurem Eisen schliessen müssen, dass sich diese Lösung im Boden nicht sehr weit fortbewegt haben kann.

Das Wasser, welches die G r u n d w a s s e r f a s -

sungsanlage der Stadt Breslau im Jahre 1905 lieferte, enthielt im Mittel von vier durch das städtische Untersuchungsamt ausgeführten Analysen die in der Tabelle unter A* angegebenen Salze gelöst; der Rückstand betrug 212, die Härte 7,0. Es war also ein weiches Wasser, welches eigentlich nur mit dem der Oder verglichen werden kann, höchstens noch mit dem Wasser des Brunnens der Kallenbachschen Badeanstalt Nr. I, welcher wie schon erwähnt, sein Wasser jedenfalls zum Teil aus der Oder enthält, oder mit dem aus dem (14a) neuen Bohrloch, das nicht weit vom Bett der Ohle hergestellt war, und deshalb auch wohl zum guten Teil Flusswasser lieferte. Die Übereinstimmung der Resultate mit dem der Analyse des Oder-Niedrigwassers ist auffallend; nur der Eisengehalt des Grundwassers ist wesentlich höher, ebenso der an Schwefelsäure, welcher absolut das 1,8 fache, prozentisch das Doppelte beträgt. Man wird deshalb wohl nicht viel fehlgehen, wenn man annimmt, dass das im ersten Jahre ausgepumpte Grundwasser zum grössten Teil aus eingesickertem Oderwasser bestanden hat; die üble Eigenschaft des Bodens im Odertale, an das Wasser Eisen und Schwefelsäure abzugeben, ist auch hier deutlich erkennbar.

Die vier Einzelanalysen des städtischen Untersuchungsamtes, welche hierunter folgen, zeigen auch deutlich, wie sich das Wasser im Laufe der Zeit veränderte; Kohlensäure ist leider nur einmal bestimmt.

Dat.	Härte	Rückst.	CaO	SO ₃	Cl *)
5.IV 05	6,1	183	47	42	12,4
4.VII 05	7,2	210	58	55	13,5
3 X 05	7,4	233	59	57	14,5
2 I 06	7,3	232	59	60	16,9

*) Der Eisengehalt nur im enteisenen Wasser bestimmt.

Die erste Analyse entspricht der des mittleren Oderwassers bis auf einen geringen Überschuss an Schwefelsäure. Die anderen zeigen ein fortlaufendes, aber nicht gleichmässiges Ansteigen der gelösten Stoffe. Setzt man den in der ersten Analyse nachgewiesenen Gehalt an den einzelnen Verbindungen gleich hundert, so beträgt der in der letzten hier

Härte Rückst.	CaO	SO ₃	Cl
120	127	125	143 136

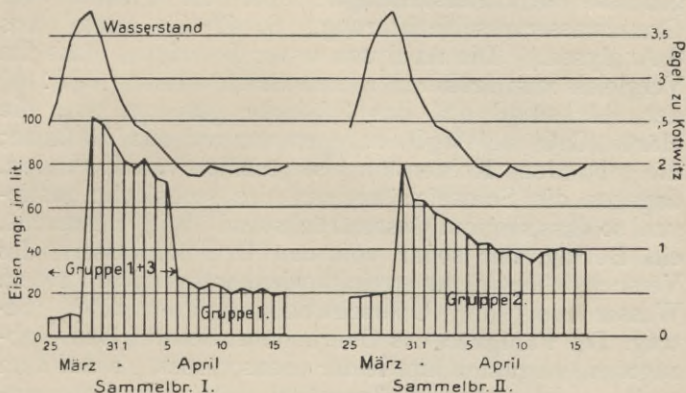
Da sich auch hier deutlich das sehr viel stärkere Ansteigen der Schwefelsäure gegenüber dem Kalk (Magnesia ist unverändert auf 10 mgr geblieben), bemerkbar macht, so ist auch in dieser Zeit der Umwandlungsvorgang, der die Karbonat-Härte verringert, die Sulfathärte steigert, trotz des Fehlens der Kohlen-säurebestimmungen deutlich erkennbar. In Hundertsteln des Rückstandes beträgt die Schwefelsäure 23 bis 26, bei den Brunnenwassern II bis VIII der Tabelle dagegen nur 14 bis 22%, trotzdem hier der Rückstand im ganzen in einzelnen Fällen mehr als doppelt so gross ist. Auch diese Tatsache spricht dafür, dass der Boden der Grundwasserfassungsanlage leichter Schwefelsäure abgibt als der, aus welchem die anderen Brunnen II bis VIII gespeist werden.

Am 27., 28. und 29. März trat ein allerdings nur kleines Hochwasser ein, welches auch nur einen Teil der Brunnen überschwemmte. Zuerst wurden die im südlichen Gebiete, der Gruppe 3, in der Gemarkung Tschechnitz am 28. überschwemmt, darauf am 29. einige Brunnen der Gruppe 2; die grösste Zahl in dieser blieb aber wasserfrei, ebenso die in Gruppe 1. Kurze Zeit nach der Überschwemmung trat dann eine ungeheure Verschlechterung des Wassers ein, die zuerst an dem ausserordentlichen Steigen des Eisen-, dann auch des Mangangehaltes, welches letzterer früher so gering war, dass man ihn überhaupt nicht beachtet hatte, erkannt wurde.

Die Zeichnung 3 stellt den in den Sammelbrunnen I und II an den bezeichneten Tagen durch das städtische Untersuchungsamt festgestellten Eisengehalt (Fe mgr im lit) dar. In den Brunnen I münden die Heberleitungen von der Brunnengruppe 1 und 3 ein. Vor dem 29. März betrug hier der natürliche Eisengehalt 8 bis 10 mgr, er stieg im Mischwasser am 29. auf 101,5 mgr; da das Wasser der Gruppe 1 nicht viel schlechter geworden war, so muss das der Gruppe 3 um so viel mehr Eisen enthalten haben. Am 5. April hatte man sich davon überzeugt, und sperrte nun die

Gruppe 3 ab, sodass im Sammelbrunnen nunmehr nur Wasser aus Gruppe 1 vorhanden war.

Im Sammelbrunnen II trat die Verschlechterung des Wassers, wie die Zeichnung darstellt, einen Tag



Zeichnung 3.

später ein. In Anbetracht des Umstandes, dass nur ein geringer Teil des Gebietes überschwemmt wurde, ist sie aber ebenfalls ausserordentlich gross.

Unter B ist in die Tabelle das Mittel aus sechs hierunter folgenden vollständigen Analysen des Grundwassers aus allen Brunnen eingetragen, welches die Wasserleitung in der Zeit vom 29. März bis 5. April 1906 lieferte; an diesem Tage wurde die Gruppe 3 mit dem schlechtesten Wasser abgeschaltet.

B. Reines enteisteses Grundwasser

28. März bis 6. April 1906.

Nr.	Dat.	Rückst.	MnO	F ₂ O ₃	CaO	MgO	geb. CO ₂	SO ₃
—	28. III.	642	50	Sp.	150	—	—	316
1	2I. V.	638	68	4,0	148	23	0	297
2	3I. V.	655	74	1.6	128	21	2	379
3	4I. V.	524	41	1.2	150	22	1	306
4	5I. V.	588	34	1.3	146	22	2	287
5	6I. V.	574	24	7.0	160	23	4	283

Die erste Analyse ist von Dr. Woy ausgeführt, die anderen von mir.

Das enteisente Wasser enthielt im Mittel nur 2 mgr Eisenoxyd, der in der Analysen-Tabelle in Klammern angesetzte Wert (123 mgr) ist aus den Analysen des städtischen Untersuchungsamtes entnommen. (Ergebnisse der Untersuchungen über die Ursache der Grundwasserverschlechterung. S. 47/48. Mittel aus 8 Analysen.) Die Analysen unter B zeigen, dass im Vergleich zum früheren reinen Grundwasser (Anal. A) der Rückstand auf das 2,9 fache gestiegen ist, die Härte (CaO und MgO) dagegen nur auf das 2,3 fache; die gebundene Kohlensäure ist gänzlich verschwunden, dagegen die Schwefelsäure auf das sechsfache gestiegen, so dass sie vom Gesamtrückstand 51,5% ausmacht, ein Betrag, der sogar von den Brunnenwassern des Versuchsfeldes nicht erreicht wird, während er in dem Wasser vor der Überschwemmung nur 25% betrug. Die Fähigkeit des Oderbodens, Schwefelsäure abzugeben, zeigt sich hier leider ebenso gross, als auf dem anderen Oder-Ufer in Rosenthal. Die Resultate einzelner Analysen stimmen fast ganz mit denen der Brunnenwasser vom Versuchsfelde überein.

Der höchste Schwefelsäuregehalt wurde von mir am 3. April festgestellt mit 379 mgr bei 655 mgr Rückstand (fast 58% davon sind Schwefelsäure). Der Eisengehalt des Rohwassers wird etwa 100 mgr F_2O_3 nach den Feststellungen des städtischen Untersuchungsamtes betragen haben, (das Eisen war vollständig an Schwefelsäure gebunden); das enteisente Wasser enthielt dagegen nur 2,0 mgr F_2O_3 . Die Enteisungsanlage konnte also diese ungeheure an Schwefelsäure gebundene Eisenmenge noch abscheiden; dagegen befand sich im enteisenten Wasser noch 74 mgr Mangan, welches leider das Leitungswasser für alle Zwecke eigentlich vollständig unbrauchbar machte. Im Mittel betrug der Gehalt an Eisenoxyd im Rohwasser während dieser Periode 123 mgr, der an Manganoxyd 53 mgr, welches letzterer anstieg bis auf 256 mgr (Anal. Dr. Woy).

Als man erkannt hatte, dass das schlechteste Wasser der obersten Brunnengruppe 3 entstammte, sperrte man diese Gruppe ab. In einer in der schlesischen Zei-

tung am 3. April abgedruckten Mitteilung hatte ich bereits darauf hingewiesen, dass der Sitz des Übels wahrscheinlich in den nur unvollkommen verlandeten und sumpfigen Altarmen in der Gemarkung Tschechnitz zu suchen sei, welche durch die Brunnen der Gruppe 3 entwässert wurden. Nachdem das Wasser im Boden dieser Gruppe wieder fast so hoch gestiegen war, wie vor der Herstellung der Brunnen, pumpte man es wieder aus, verwendete es aber nicht für die städtische Wasserversorgung, sondern liess es bei Pirscham in die Oder fließen.

Die Analysen der Tabelle Nr. 19, 21, 22 und 24 sind von diesem Wasser in der Zeit vom 5. Mai bis 7. Juni hergestellt. Sie zeigen, dass das Wasser dem aus der Gesamt-Fassungsanlage sehr ähnlich ist, nur hat es noch mehr Salze, und zwar Sulfate, aufgenommen, während die Kohlensäure ebenfalls fehlt.

Ähnlich verhält sich das Wasser der obersten Brunnengruppe auch gegen die Brunnenwasser des Versuchsfeldes, welche durchschnittlich auch weniger konzentrierte Lösungen derselben Salze sind. Mangan ist überall in erheblichen Mengen vorhanden, aber meist nicht quantitativ bestimmt. Das Maximum des Rückstandes im Grundwasser der Gruppe 3 ist 898, im Brunnenwasser des Versuchsfeldes 845 mgr., im ursprünglichen reinen Grundwasser dagegen 212 mgr.; jedoch ist die Schwefelsäure daran in sehr viel stärkerem Grade beteiligt als alle übrigen Stoffe: 46% gegen 25%; in dem ersten Wasser nach der Überschwemmung steigt ihr Anteil am Rückstande im Mittel sogar auf 51,5%. Die Karbonate sind aus dem Wasser der Gruppe 3 ganz verschwunden, da die geringen gefundenen Mengen innerhalb der Versuchsfehler liegen. Kalk und Magnesia reichen zur Neutralisierung der Schwefelsäure bei weitem nicht aus; da ferner die geringeren Mengen Kali und Natron durch das Chlor in Anspruch genommen werden, so muss der Rest der Schwefelsäure an Eisen und Mangan gebunden sein, was auch durch den Versuch bestätigt wurde.

Der bei 110° getrocknete Rückstand wurde wiederholt mit kleinen Mengen destilliertem Wasser ausge-

zogen, es wurden dabei gelöst aus dem Rückstande eines Liters:

Anal.	F ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
VII	0	10	5	23
21	48	55	14	245
22	48	66	23	217
24	70	91	12	225

Bei dem guten Brunnenwasser VII (Brockau) ging kein Eisen in Lösung, die Schwefelsäure ist hier vollständig an CaO und MgO gebunden; bei den drei Wassern der Gruppe 3 ist auch nach dem Abdampfen noch ein Teil des Eisens in löslicher Form vorhanden, also an Schwefelsäure gebunden. Ja es ist in der Lösung sogar noch ein Ueberschuss an freier Schwefelsäure vorhanden, welcher etwa dem ungelösten gebliebenen Eisenrest entspricht.

Es verhielt sich dieses Wasser ganz wie eine verdünnte Eisenvitriollösung, aus welcher sich bei langsamem Eindampfen auch ein Teil des Eisens als unlösliches Ferrisulfat abscheidet, wodurch freie Schwefelsäure entsteht.

Auch das beim Stehen des Wassers freiwillig sich abscheidende Eisen ist nicht nur Ferrihydroxyd, sondern es enthält stets basisches Ferrisulfat in wechselnder Menge, wie folgende Analysen zeigen:

aus 1 lit sind freiwillig ausgefallen
nach 12 Tagen

Nr.	F ₂ O ₃ mgr	SO ₃
21	100 mgr	11 mgr
22	97 mgr	14 mgr
24	120 mgr	11 mgr

Also auch in dieser Beziehung verhielt sich das Wasser der 3. Gruppe wie eine Eisenvitriol-Lösung; es kann daher auch hier nicht zweifelhaft sein, dass wenigstens ein beträchtlicher Teil des darin enthaltenen Eisens an Schwefelsäure gebunden war, wie auch schon oben bei den Brunnenwassern des Versuchsfeldes auseinandergesetzt wurde. Leider sind aus der kritischen Periode vollständige Wasseranalysen durch das städtische Untersuchungsamt nicht ausgeführt worden;

die Direktion hat leider blos Bestimmungen von Mangan und Schwefelsäure ausführen lassen, die für Aufklärung des Ursprunges der Kalamität unbrauchbar sind. Leider hat denn auch die von mir gleich zu Anfang aufgestellte Erklärung, wonach die Ursache der Wasser- verderbnis im Boden des Wasserfassungsgebietes zu suchen ist, den Beifall der Wasserkommission damals nicht gefunden. Für jemand, der in der Bodenkunde weniger orientiert ist, mag ja auch die Angabe, dass sich im Boden grosse Mengen von Schwefeleisen befinden sollen, wenig glaubwürdig erscheinen, indessen ist diese Tatsache, wie schon oben bei Besprechung des Wassers vom Versuchsfelde des weiteren ausgeführt, seit lange bekannt. Der kalkreiche Schlick an der Mündung der Elbe und Weser wird aus den tieferen Schichten mit der Mergelhebemaschine heraufbefördert, und ist ein wertvolles Meliorationsmittel, der kalkarme Schlick aber, der sog. Maiboldt verdirbt, wenn er etwa aus Versehen zu demselben Zweck verwendet wird, durch seinen Schwefeleisengehalt den Boden auf Jahre hinaus. Virchow gibt in seiner Beschreibung des Kehdinger Moores (landwirt. Jahrbücher 1880) den Gehalt dieses Maiboldts an Schwefeleisen auf 1,29 bis 5,8% an; ein cbm Boden könnte demnach bis zu 60 kg Schwefelsäure liefern.

Bei dem unter Wasser liegenden kalkarmen humus- und eisenreichen Oderschlick sind ebenso wie bei dem Maiboldt alle Vorbedingungen vorhanden zur Bildung grosser Mengen von Schwefeleisen.

Das chemische Untersuchungsamt hat denn auch später in den Altarmen solche Lager von Schlick ermittelt, welche ausserordentlich viel grössere Mengen von Schwefeleisen enthielten als die oben angegebenen Vorkommnisse. Nun hat man sich immer gewundert, dass Mangan vorhanden war. Dieses findet sich überall in Gesellschaft des Eisens. Die eisenreichen Schichten und Raseneisensteine, die bei Herstellung der Brunnen herausgeschafft wurden, enthalten nach meinen Untersuchungen bis 12% Manganoxyd, an anderen Stellen habe ich sogar solche mit 20% festgestellt. Auch alle die schlechten Wasser des

Versuchsfeldes enthalten Mangan, meist aber in geringeren Mengen; auch in vielen anderen Wassern findet es sich; meist hat man bei der Analyse gar nicht danach gesucht, und es ist auch nur in so geringen Mengen vorhanden, dass es sich nicht lästig bemerkbar macht.

Es ist bekannt, dass sich Mangansuperoxyd in Schwefelsäure nur schwierig löst, und dieses hat man auch angeführt, um zu zeigen, wie unwahrscheinlich es sei, dass die verdünnte Schwefelsäure so grosse Mengen Mangan lösen könnte. In unserem Falle löste sich aber das Mangan leicht, weil Ferrosulfat gleichzeitig in Lösung vorhanden ist, was durch den Versuch leicht konstatiert werden kann.

Von einem Mitgliede der städtischen Wasserkommission ist die Ansicht ausgesprochen worden, das schlechte Wasser sei aus dem tieferliegenden Tertiär, von dem bekannt ist, dass er Schwefeleisen enthält, durch die ca. 30 bis 70 m mächtige Lettenschicht, über welcher der Odersand mit den Brunnen lagert, durchgebrochen und habe von unten die Brunnen verdorben.

Diese Annahme, welche lange Zeit in der Wasserkommission die herrschende gewesen ist, ist zunächst vom technischen Standpunkte ganz unhaltbar. Wenn man eine Baugrube ausbaggert, und auspumpt, dann bricht das Grundwasser in Quellen von unten herauf. Dieser Fall liegt aber hier nicht vor. Auf der undurchlässigen Lettenschicht liegen 10 m Sand, mit entsprechendem Gewicht, auch wenn er ganz wasserleer gepumpt wäre. Dann müsste doch auch der Druck des Ueberschwemmungswassers das „Durchbrechen“ eher verhindert als begünstigt haben. Das artesische Wasser des Tertiär steigt auch im Rohrbrunnen nur 6 m über Terrain, der Druck desselben ist also gar nicht so beträchtlich, sodass durch wenige plötzlich entstandene Löcher keine so grossen Mengen durchbrechen konnten, und wenn im Untergrund Spalten entstanden wären wie beim Erdbeben in San Francisco, so hätte davon auch an der Oberfläche etwas sichtbar werden müssen. Die ganze Sache ist zu viel Phantasie, als dass sie technisch begründet werden könnte.

Nun kennen wir aber glücklicherweise das artesische Wasser dieser tertiären Horizonte.

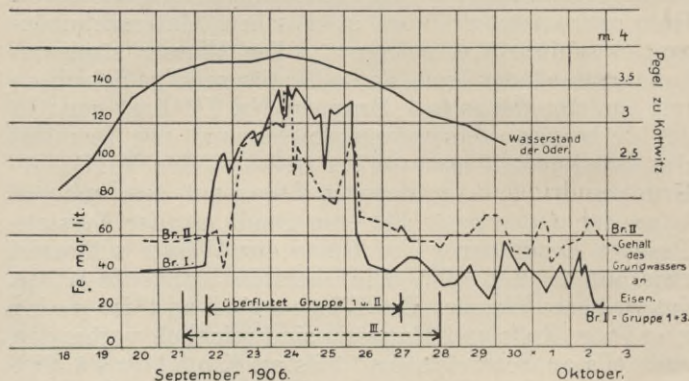
In der Tabelle sind sechs Analysen, und zwar unter Nr. IV, 3, 4, 5 des Wassers von 4 Tiefbrunnen und C** zweier Wasser aus einem im Wasserversorgungsgebiet selbst in vergangenem Sommer gestossenen Bohrloche (letztere vom städtischen Untersuchungsamt ausgeführt) eingetragen. Die Wasser stammen aus verschiedener Tiefe, da im Tertiär sandige Schichten mit tonigen wechseln. Brunnen Nr. IV liegt ganz in der Nähe des Versorgungsgebietes und der Brunnen des Brockauer Wasserwerkes (Anal. V bis VIII); die Brunnen Nr. 3, 4, 5, dagegen liegen auf dem anderen Ufer der Oder unterhalb der Stadt an der Breslau-Posener Eisenbahn. Die Härte der Wasser schwankt zwischen 18 und 60°. Die obersten Horizonte haben das weichere Wasser. Der Eisengehalt ist sehr gering. Kalk und Magnesia sind reichlich vorhanden und teils an Schwefelsäure, teils an Kohlensäure gebunden. Das Wasser der weniger tiefen Brunnen hat den geringeren Schwefelsäuregehalt, der an Kohlensäure ist dafür um so grösser. Alle Wasser sind aber reich an Kochsalz, und zwar sind auch hier wieder die der tieferen Horizonte die reicheren.

Der Vergleich dieser Analysen, mit denen des Grundwassers im Versorgungsgebiet (Analyse A) und den anderen reinen Grundwassern des Odertales zeigt, dass durch Vermischung dieser Wasser mit einander niemals solche mit der Beschaffenheit und Menge der gelösten Salze, wie die Analysen B und 19 bis 24 angeben, entstehen können.

Die im vorigen Sommer ausgeführten zahlreichen Versuchsbohrungen haben auch nur Wasser nachgewiesen mit geringem Rückstand, Eisen- und Mangan-gehalt, sodass gar keine Hoffnung vorhanden ist, das angeblich von unten heraufgebrochene Wasser mit dem ungeheuren Eisen-, Mangan- und Schwefelsäuregehalt aufzufinden; es ist eben nirgends vorhanden.

Da die Sulfate des Eisens und Mangans im Boden sitzen, so muss sich auch bei jedem folgenden Hochwasser die Kalamität in der Grundwasserversorgung

wieder einstellen; das hat sich beim Hochwasser im Ende September 1906 deutlich gezeigt. Auf der Zeichnung 4 ist der Wasserstand von dem der Versorgungsanlage zunächst gelegenen Oderpegel in Kottwitz aufgetragen, zugleich mit dem vom Untersuchungs-



Zeichnung 4.

amt bestimmten Eisengehalt im Rohwasser. Von der Brunnengruppe 3, welche ihr Wasser zugleich mit Gruppe 1 in den Sammelbrunnen I liefert, waren in dieser Zeit die 30 schlechtesten Brunnen abgestellt, trotzdem stieg 18 Stunden nach der Überflutung des Terrains der Eisengehalt von 41mgr auf 100 und schliesslich bis 140 mgr; auch die Gruppe II, deren Wasser im März nur sehr wenig verschlechtert war, weil sie nicht überschwemmt wurde, wurde etwas später überflutet als Gruppe I und lieferte nach 18 Stunden fast ebenso schlechtes Wasser als erstere.

Die schädlichen Sulfate finden sich also auch hier in reichlicher Menge, sodass die ganze Grundwasserversorgung am 27. September überhaupt eingestellt werden musste, da die Enteisungsanlage durch die ungeheuren Massen abgelagerten Eisens verschlammte war; eine Zeit lang musste auch dem unbrauchbaren Wasser Kalkmilch zugesetzt werden, um die grosse Menge freier Schwefelsäure zu neutralisieren. Die Ausmessung der Grundwasserstände vor und nach dem

Hochwasser ergab, nach Berechnung des Herrn Wasserwerksdirektor Debusmann, dass während desselben ca. 5 Millionen cbm Wasser in den Untergrund eingedrungen sind, also etwa ein Drittel des ganzen Jahresbedarfs der Stadt.

Die hochwasserfreie Eindeichung des Geländes wird schon seit Jahren angestrebt; kommt dieselbe zur Ausführung, so werden sich natürlich die Sulfate von Eisen und Mangan nicht in grossen Massen plötzlich dem aus den Brunnen gepumpten Wasser beimischen, sondern ständig und jedenfalls in mässiger Menge auf dem Wege der natürlichen Sickerwasserbildung in das Grundwasser eindringen. Für den gewaltigen Ausfall an Wasser müsste aber in anderer Weise Ersatz geschafft werden; ich hatte schon einmal darauf hingewiesen, dass dies am einfachsten durch Bewässerung mit natürlichem Gefälle aus dem Oberwasser der Tschechnitzer Mühle möglich sei, ebensogut natürlich bei Anwendung von Pumpen mit dem Wasser der Oder oder dem der Ohle aus dem Unterwasser der genannten Mühle; selbstverständlich müsste das Wasser so zugeleitet werden, dass es die gefährliche Schlickschicht nicht berührt.

Die Grundwassermenge, welche die Anlage dauernd liefert, reicht leider bei weitem für die Versorgung der Stadt nicht aus. Zunächst könnte man, um einen Anhalt für die Grösse dieser Menge zu gewinnen, berechnen, wie viel aus den Niederschlägen, die auf das unmittelbare Einzugsgebiet fallen, Grundwasser entstehen kann. In der Zeitschrift „der Kulturtechniker“ 1906 Heft 2 hatte ich aus 20 und 25 jährigen Versuchsreihen, die in Rothamsted in England mit Lehm Boden in natürlicher Lagerung und in Braché, sowie von Dickinson und Evans mit Gras bewachsenen Kalkverwitterungsboden, sowie von Greaves gleichfalls mit grasbewachsenem Boden angestellt wurden, das Verhältnis zwischen Regenfall- und Sickerwasser für die einzelnen Monate bei den verschiedenen möglichen Regenhöhen zu ermitteln gesucht. Wenn man diese dort erhaltenen Resultate mit den in 1855 bis 1905 in Breslau erhaltenen mittleren monatlichen Regenhöhen in Beziehung setzt, so erhält man die in der folgenden Tabelle verzeich-

neten Werte: I Regenhöhe in Breslau in mm, II daraus würde Sickerwasser entstehen nach den Verhältnissen in Rothamsted bei Lehmboden 1,5 m tief un bebaut, III desgleichen Sickerwasser in einer Menge nach Dickinson und Evans, Kalkboden mit Gras bewachsen und IV ebenso nach Greaves gleichfalls Boden mit Gras:

	Regen Sickerwasser			
	I	II	III	IV
Januar	27	21	13	12
Februar	28	20	19	15
März	34	17	10	13
April	36	7	5	8
Mai	56	15	5	3
Juni	61	13	3	5
Juli	77	22	1	0
August	75	24	0	6
September	45	6	0	1
Oktober	38	8	0	7
November	35	16	7	2
Dezember	83	26	12	19
Im Jahr	595	195	75	91 mm

Das Niederschlagsgebiet habe ich etwa von der Eisenbahn im Süden und der Ohle im Norden begrenzt angenommen mit einer Fläche von 2100 ha, was jedenfalls reichlich gross ist.

Daraus erhält man die im Jahres-Mittel möglicherweise entstehende Grundwassermenge

nach II	4,095 000 cbm	oder täglich	11 200 cbm
nach III	1,575 000 „		4 310 „
nach IV	1,911 000 „		5 230 „

Die aus dem Niederschlagswasser sich bildende Grundwassermenge dürfte deshalb wohl kaum wesentlich höher als 5000 cbm im Tag veranschlagt werden. Nun hat aber die Fassungsanlage im März 1906 dauernd 33 700 cbm, also ein Vielfaches des aus dem Regen auf der Fläche selber entstehenden Grundwassers geliefert, woraus folgt, dass ihr aus anderen Gebieten erhebliche Mengen Wasser zuströmen müssen, z. B. von Süden her, wie bei Ausführung des Pumpversuchs durch Baurat Thiem nachgewiesen wurde, und wie auch das Wasserwerk Brockau bestätigt, dessen Brunnen täg-

lich 600 cbm ohne beträchtliche Absenkung liefern; oder von Südosten her durch einen im Schwemmland der Oder verlaufenden Grundwasserstrom, oder auch dadurch, dass bei stärkerer Absenkung die beträchtlichen Mengen Wasser aus dem Bett der Ohle in das Gebiet der Brunnengruppe 1 eintreten, wie sich daraus ergibt, dass diese Brunnen ständig grössere Wassermengen liefern und das bei geringerer Absenkung als die in Gruppe 2, oder endlich dadurch, dass die oberen Strecken der Ohle bei sehr starker Senkung des Grundwassers grössere Wassermengen in den Untergrund bei der Gruppe 3 eintreten lassen, wie die Leitung des Wasserwerkes aus den aufgenommenen Profilen vor und nach dem Hochwasser im September feststellen konnte.

Diese Inanspruchnahme der Flüsse war von vornherein beabsichtigt, aber die Linie der Brunnen steht zu weit von dem Flussbett entfernt, sodass die dadurch gewonnene Wassermenge doch nicht ausreicht, um die Versorgung der Stadt einzig und allein darauf zu basieren. Man könnte ja nun die Brunnen vermehren und die neuen näher an die Ohle heranrücken, es besteht dabei leider aber immer die Gefahr, dass man neue Schwefeleisenlager erschliesst und das Wasser noch mehr verdirbt. Deshalb scheint es geboten, die alte Versorgung mit filtriertem Oderwasser so weit auszubauen, dass sie auch im Notfalle allein ausreichend Wasser liefern kann.

Als die Grundwasserversorgung zum ersten Male versagte, hat man die alten Oderwasserfilter wieder in Betrieb genommen und filtriertes Oderwasser dem Grundwasser beigemischt. In der Zeit vom 7. bis 10. April habe ich 4 Analysen von dem enteisenen und filtrierten Leitungswasser gemacht; im Mittel ergaben sich folgende:

Rückst.	Mn ₂ O ₃	F ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂ geb.	SO ₃	Cl
290	4	2	73	3	2	110	21

Das Oderwasser enthält beträchtliche Mengen von Karbonaten des Kalkes und der Magnesia, das Grundwasser ist nach der Enteisenung sauer und enthält dann neben Mangan immer noch etwas Eisen in Lösung. Beim Mischen beider Wasser wird die Säure

des Grundwassers durch die Karbonate des Oderwassers abgestumpft, wobei Gips entsteht, der in Lösung bleibt, aber auch Spuren von Eisen ausfallen können und in das Leitungsnetz gefördert werden. Die Analyse zeigt, dass in diesen Tagen die Karbonate alle für Abstumpfung der Säure verbraucht worden sind. Da die Mischung geschieht, wenn die Wasser filtriert sind, so ist es möglich, dass die Karbonate geringe Mengen von Eisen (und Mangan) erst in der Leitung ausfallen, die dann aus den Zapfhähnen als brauner Schlamm ausfliessen; so wurde mir eine solche Probe gebracht, welche 21 mgr Eisenoxyd im Liter enthielt. Bei Gelegenheit grosser Wäsche können solche Zufälle natürlich Verheerungen anrichten.

Aus dem Monat April sind dann noch acht Analysen des Mischwassers vorhanden, deren Mittel folgendes ist:

Rückst.	Mn ₂ O ₃	F ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂ geb.	SO ₂	Cl
257	3	1	64	11	25	74	21

Es ist hier wesentlich weniger Schwefel- und viel mehr Kohlensäure vorhanden, das Wasser also sehr viel günstiger zusammengesetzt als das der vorigen Analyse. Ob diese Veränderung nur der Vermehrung des Anteils an Oderwasser zu verdanken ist, mag dahin gestellt bleiben, manche Bestimmungen lassen vermuten, dass Kalk dem Wasser zugesetzt ist, ein Verfahren, welches natürlich vollständig berechtigt wäre, um dem Wasser immer alkalische Reaktionen zu erteilen. Die Enteisung wird dadurch erleichtert und verbessert, das Mangan aber leider nicht vollständig abgeschieden. Es ist dies ein grosser Übelstand, und die Grundwasserversorgung kann nicht weiter ausgedehnt werden, ehe es nicht im Grossen gelungen ist, durch einfache Manipulation das Mangan fast vollständig auszufällen. Dieses lässt sich natürlich auf verschiedene Weise erreichen.

Im Juni hatte ich bereits vorgeschlagen, die Filteranlage so zu gestalten, dass das Grundwasser mit dem rohen Oderwasser zusammen auf die Enteisungsanlage gepumpt wird. Das Enteisungsfilter würde dann für das Oderwasser als Vorfilter dienen;

die beträchtliche Menge Eisenschlamm, welche durch Beimischung des Grundwassers entsteht und abfiltriert wird, wird aber auch das Oderwasser von vielen darin schwebenden Stoffen und auch Bakterien reinigen, so dass die Sandfilter jedenfalls erheblich entlastet würden.

Da das Eisenvitriol im Grundwasser bei der Enteisung zersetzt wird, indem Eisenoxydhydrat und etwas basisches schwefelsaures Eisenoxyd sich abscheiden, und freie Schwefelsäure im Wasser bleibt, so wird das Grundwasser allein sauer; die im Oderwasser vorhandenen Karbonate sättigen die freie Säure aber, soweit ihre Menge ausreicht. Bleibt solche übrig, so muss die Menge zugeführter Karbonate vermehrt werden. Kohlensaurer Kalk löst sich aber im Wasser nur langsam und in solcher Menge, die durch die darin vorhandene freie Kohlensäure bedingt ist, so dass darauf nicht viel zu rechnen ist; es wird sicherer sein, Ätzkalk zu verwenden. Es kann 1. vor der Enteisung und 2. nach dieser geschehen. Das erste Verfahren hätte den Vorzug, dass durch Anwesenheit des Kalkes die Enteisung erleichtert und verbessert wird; beim zweiten ist aber weniger Kalk erforderlich, weil ein Teil der Schwefelsäure im Enteisungsfilter zurückbleibt. Das Wasser würde also weniger hart, jedoch scheint der Unterschied nicht erheblich zu sein.

Nun wird aber von Stettin mitgeteilt, (chemische Zeitschrift 1906 S. 444), dass es dort gelingt, den Mangengehalt des Grundwassers von 5,2 mgr/lit auf 0,27 in der Enteisungsanlage herunterzubringen, wenn man das Grundwasser in stärkerem Masse mit sauerstoffhaltigem Oderwasser mischt. Bei dem von mir vorgeschlagenen Filtrier-Verfahren würde auch das Oderwasser noch gelüftet, und es müsste dann auch das Mangan des Grundwassers um so besser ausfallen, vorausgesetzt, dass sich unser Wasser ähnlich verhält wie das Stettiner. Auch aus anderen Wasserwerken ist seitdem berichtet worden, dass mehrere mgr. Mangan im Liter durch starke Lüftung in der Enteisungsanlage abgeschieden wurden. Fiele das Mangan aber nicht aus, so bliebe nur noch übrig,

Ätzkalk im Überschuss zuzusetzen, was allerdings auch erhebliche Übelstände hervorrufen kann. In Dessau setzt man ja dem Wasser sogar Natronlauge zu, um den Überschuss freier Kohlensäure, welcher das Blei der Rohrleitungen auflöst, wegzuschaffen, und es haben sich keine erheblichen Übelstände ergeben.

Alle diese Versuche, die die Ermittlung von Methoden zur Entfernung des Mangans bezwecken, müssten natürlich im Grossen ausprobiert werden, was beträchtliche Zeit erfordert.

Leider ist das ganze Jahr verbraucht bloss mit Reden, Untersuchungen und Gutachten, die nur das Resultat gehabt haben, dass sie das bestätigten, was ich bereits im April veröffentlichte; für die praktische Lösung der Frage, wie das Wasserwerk den Bedarf im kommenden Sommer decken soll, ist aber nur wenig geschehen. Die neuen Oderwasserfilter, deren Bau in Angriff genommen ist, können bis dahin nicht fertig werden, man will sich deshalb provisorisch damit helfen, dass man einen Teil der jetzt das Grundwasser liefernden Fläche mit dem artesischen Wasser des Tertiärs bewässert und dadurch die Grundwassermenge künstlich vermehrt. Eine definitive Lösung der Breslauer Wasserversorgung ist das aber selbstverständlich nicht.

Breslau, im März 1907.





31686

L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

- Mehl**, berat. Heiz.-Ing., Kohlestab. Zugleich ein Beitrag an die Luft und die Wärme.
- Mehl**, berat. Heiz.-Ing., Über unter besonderer Berücksichtigung. Mit Abb. 1 M., geb. 2 M.
- Mehl**, berat. Heiz.-Ing., Zur Benutzung der Aufenthaltsräume mit dem Lüftungssystem.
- Mittermaier**, Med.-Rat Dr., Gründung und Bedeutung. Preis 60 Pf.
- Müllerbach**, Ing. H., Der derzeitige Stand der Abwasserreinigungsfrage in Amerika. Preis 1 M.
- Müllerbach**, Ing. H., Aus der Praxis der Abwasserreinigung. Mit Abb. 1903. 1 M.
- Petruschky**, Dr., Bericht über meine Informationsreise zum Studium der Wohnungsdesinfektionen mit Formaldehyd in Halle, Berlin, Dresden, München, Breslau u. Posen. Gr.-Okt. 21 S. Mit 9 Abb. Preis 1 M.
- Petruschky**, Dir. Dr. und **M. Kriebel**, Die Ursachen der Sommersterblichkeit der Säuglinge und die Möglichkeit ihrer Verhütung. 1904. 1,50 M.
- Petruschky**, Dr. J., Vorträge über Tuberkulose-Bekämpfung. 1,50 M., geb. 2,50 M.
- Petruschky**, Dr. und **Dr. Weicker**, Heilstätten- und Tuberkulin-Behandlung. 1 M., geb. 2 M.
- Pusch**, Dr. Hans, Assistenzarzt am Pathologisch-Hygienischen Institut der Stadt Chemnitz, Die staatliche Überwachung von Privat-Kur- und Krankenanstalten vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege. Gr. 8°. 66 S. 1 M. 20 Pf.
- Rautenberg**, Ing., Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe nach dem Eduardsfelder Rohrableitungssystem in Verbindung mit dem Saugsielsystem Liernur und dem Druckluftsystem. Mit 3 Karten und 2 Tafeln. Preis 2 M.
- Risel und Schnackenburg**, Die Gesundheits-Kommission. 1 M.
- Romeick**, Kreisarzt Dr., Desinfektionswesen in ländlichen Ortschaften. 1904. 70 Pf., geb. 1,50 M.
- Schmidt**, H., Kgl. Wasserbau-Inspektor, Der heutige Stand der Abwasserklärungsfrage und die Reinerhaltung unserer Vorfluter. 1903. Mit Abbild. Geh 2 M., geb. 3 M.
- Staedtler**, Dr., Hygiene der Nahrungsmittel und der Verdauung. Eine Belehrung über den Einfluss der Nahrungs-, Genuss- und Heilmittel auf die Verdauungsorgane nebst einer Tabelle über Nahrungsmittelwerte zur Zusammenstellung einer gesunden und passenden Ernährung. 1902. 103 S. 2 M., geb. 3 M.
- Weicker**, Dr., Beiträge zur Frage der Volksheilstätten. VIII. Folge. Jahrgang 1902 mit einer Statistik über die Dauererfolge von 1895 bis 1900. Lexikon-Format. 127 Seiten mit vielen Tabellen und 16 Tafeln. Preis 1,50 M.
- Weicker**, Dr., Tuberkulose. Eine kritische Studie. Lex.-8°. 50 Pf.
- Wernicke**, Prof. Dr., Die Bedeutung der Schulung in der Tuberkulosebehandlung. I. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. I. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. II. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. III. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. IV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. V. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. VI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. VII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. VIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. IX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. X. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XL. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. XLIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch**, Stadtbau-Inspektor, Die Kanalisation der Städte. L. Teil. 70 Pf.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298446

Gesundheit. Hygienische und gesundheitstechnische Zeitschrift.

Halbmonatsschrift für alle Gebiete der öffentl. Gesundheitspflege insbesondere für Städtebau und -Reinigung, Wasserversorgung (Quellen, Grundwasser, Brunnen), Kanalisation, Kläranlagen, Volksbäder, Schlacht- und Markthallen, Lüftung, Heizung, Beleuchtung, Desinfektion etc. Unter Mitwirkung städtischer Gesundheits-Kommissionen und vieler Mitarbeiter, herausgegeben von Stadtbaurat a. D. J. Brix, o. ö. Professor an der Techn. Hochschule Berlin. 31. Jahrgang 1906. Monatl. 2 meist illustr. Hefte. Preis vierteljährl. 4 M. Probehefte kostenfrei.

Die sozialen Fragen klären sich mehr und mehr zu Fragen der Hygiene ab. Die Zeitschrift widmet sich denselben und behandelt diese in gediegenen Originalaufsätzen, Referaten und durch die Berichte über die Tätigkeit der Gesundheits-Kommissionen in den preuss. Städten.

Zeitschrift für Krankenanstalten.

Halbmonatsschrift für Bau, Einrichtung, Ausstattung, wirtschaftl. Betrieb und Verwaltung der Krankenhäuser, Hospitäler, Lazarette, Kliniken, Irren- und Pflegeanstalten, Kur- und Bade-Verwaltungen, Heilstätten usw. Organ der Vereiniger der leitenden Verwaltungsbeamten von Krankenanstalten. Preis 16 M. per Jahr. Probehefte kostenfrei.

- Bonne**, Dr. med., Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe. 2 M., geb. 3 M.
- Bote**, Dir. L., Kompostierungsanlagen und Poudrette-Fabrikation. Mit einem Anhang: Die Kadaver-Vernichtungs- und Verwertungsanstalt in Kiel. Mit 8 Abb. und 1 farb. Tafel. Preis 3 M.
- Brix**, Baurat J., Der Städtekehricht und seine unschädliche Beseitigung. 1. Heft. 58 S. 1902. Preis 1 M.
- Büsing**, Prof., Über die Bestimmung der von städtischen Kanälen aufzunehmenden Wassermengen. 1 M., geb. 2 M.
- Darapsky**, Dr. L., Altes und Neues von der Wünschelrute. Mit Abb. 1903. 1 M. 50 Pf.
- Desing**, Dr., Die Schulbankfrage. 1 M. 20 Pf., geb. 1 M. 80 Pf.
- Erlwein**, Dr., Die Trinkwasser-Reinigung durch Ozon und Ozonwasserwerke. 1904. Mit vielen Tabellen, Abbildungen und Tafeln. 2 M., geb. 3 M.
- Göhring**, Dr. C. F., Beiträge zur Reinigung von städtischen und Fabrikabwässern. 1904. 1 M.
- Hopp**, Die pneumatische Gruben-Entleerung. Praktische Winke für Städte, Gemeinden und Unternehmer. Preis 1 M.
- Hopp**, Haus-Kanalisations- und Haus-Wasserleitungsanlagen amerikanischen Systems. Mit 68 Abbild. 1903. 2 M., geb. 3 M.
- Kanalisation**, Abwasser-Reinigung und Müllverbrennung. Projekt für die Stadt Königshütte. Bearbeitet durch die Allgem. Städtereinigungsgesellschaft. 1904. Reichsformat 28 Blatt und 8 Taf. Preis 3 M.
- Koschmieder**, Ing. H., Die Verwertung des Schlammes von Kläranlagen für Abwässer. 1903. 1 M.
- Koschmieder**, Ing. H., Die Verwendung elektrischer Energie zur Reinigung und Sterilisierung von Abwässern. Mit Abb. 1 M.
- Kröhnke**, Dr. O., Über kontinuierlich arbeitende Oxydationsverfahren bei der Abwasserreinigung. 1903. Mit vielen Abb. 2 M., geb. 3 M.
- Lion**, Regierungsbaumeister und **Forbát-Fischer**, Stadtbaumeister, Entwurf für einen Schlachthof in Altenessen. Gekrönte Preisarbeit. Mit 4 Plänen. 1 M.
- Maquet**, Das Abfuhrsystem, techn. Bestandteile. Preis 75 Pf.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-31686

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298446