

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299597

x
1547

Hygienische Tagesfragen.

IX.

Der Einfluss
der
Münchener Kanalisation
auf die Isar
mit besonderer Berücksichtigung
der Frage
der Selbstreinigung der Flüsse.

Von

Dr. Wilhelm Prausnitz

Assistent am physiologischen Institut München.



J. N. 17863

München 1890.

M. RIEGER'sche

Universitäts-



Gustav Himmer,

Buchhandlung

k. b. Hoflieferant.

Theatinerstrasse 15.



II 7879

Akc. Nr. 228/52

Vorwort.

Vorliegende Arbeit ist auf Anregung von Herrn Geheimrath von Pettenkofer entstanden. Ihre Anfertigung wäre mir nicht möglich gewesen, wenn ich nicht von verschiedenen Seiten hilfreiche Unterstützung gefunden hätte.

Vom Stadtbauamte München erhielt ich durch die Herren Oberbaurath Zenetti, Oberingenieur Niedermayer und Ingenieur-Assistent Goldhammer die nothwendigen Mittheilungen über die Kanalisation der Stadt und wurde mir zu jeder gewünschten Zeit ein Beamter zum Probeschöpfen zur Verfügung gestellt.

Vom Kgl. Fluss- und Strassenbauamt München empfing ich durch die Herrn Bauamtman Sepp und Bauamtsassessor Böcking die einschlägigen Angaben über die Isar, sowie die Erlaubniss der Benützung der Boote des Bauamts.

Bei Ausführung eines Theils der chemischen Analysen ist mir Herr Dr. Abbott behülflich gewesen.

Allen vorgenannten Herren sage ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank.

Dr. W. Prausnitz.

EINLEITUNG.

Mit dem in den letzten Jahrzehnten erheblich gestiegenen Wachstum der grösseren Städte hat sich auch die Zahl und die Schwierigkeit der Aufgaben, welche den Verwaltungen dieser grossen Gemeindewesen obliegen, enorm gesteigert. Es war vor allem die Sorge für das körperliche Wohl ihrer Bürger, welche die Städte zu vielfachen neuen Schöpfungen anregte. Galt es doch dafür zu wirken, dass die durch das enge Zusammenwohnen bedingten vielfachen Gefahren für die Gesundheit nach Möglichkeit beseitigt würden, danach zu trachten, dass dem einzelnen jede denkbare Sicherheit für seine Gesundheit gewährleistet würde.

Unter den zahllosen hierbei in Betracht kommenden Fragen war es hauptsächlich eine, deren Beantwortung ebenso schwierig wie dringend war, die Beseitigung der durch den menschlichen Haushalt bedingten Abfallstoffe, der Fabrik- und Strassenabwässer, und endlich der menschlichen Excremente aus dem Gebiet der Städte.

Die Schwierigkeit dieser Aufgabe, die Nothwendigkeit ihrer möglichst schnellen Erledigung, die dabei in Berücksichtigung kommenden localen Verhältnisse, die leider auch hier sich einmischenden Sonderinteressen waren die natürliche Ursache, dass der Modus der Beseitigung im weitesten Sinne des Wortes — in den verschiedenen Orten ein ungleicher wurde.

Während man über den Weg der Entfernung oben genannter Stoffe ziemlich übereinstimmt und hierzu fast allgemein unterirdische Kanäle benützt, ist man über das weitere Schicksal derselben nicht gleich einigen Sinnes.

Als das bequemste und nächstliegende hat man zur weiteren Fortführung der städtischen Abfallstoffe die vorbeifliessenden Flussläufe benützt, ein Verfahren, welches wohl allgemein eingeführt worden wäre, wenn nicht das Missverhältniss zwischen der Menge des Flusswassers und der eingeführten Kanalwässer in vielen Fällen zu sanitären Missständen geführt hätte. Die in Folge dieser Uebelstände eingetretene Reaction gegen das Einleiten von Kanalwässern in die Flüsse hat vor allem in England, aber auch vielfach in Deutschland zur Einführung der Rieselfelder, dann aber auch zur künstlichen Klärung der Kanalwässer mit nachfolgender Einleitung derselben in die Flüsse geführt.

Die Verwerthung der verschiedenen Methoden hat nun auch der in den letzten Jahren so schnell und kräftig aufgeblühten jüngsten Schwester der medicinischen Wissenschaften, der Hygiene, vielfach Gelegenheit gegeben, Untersuchungen darüber anzustellen, ob das betreffende Verfahren sich in dem einzelnen Falle bewährt, ob die daran geknüpften Hoffnungen in Erfüllung gegangen, ob die vorher ausgesprochenen Befürchtungen eingetreten und so sind in den meisten Städten diesbezügliche Arbeiten ausgeführt worden.

In München sind über die einschlägigen Verhältnisse von v. Pettenkofer und seinen Schülern folgende Untersuchungen gemacht und veröffentlicht worden:

I. Das Kanal- oder Siel-System in München.

Gutachten abgegeben von der durch den Stadtmagistrat gewählten Commission Prof. Dr. Feichtinger, Bezirks- u. Stadtger.-Arzt Dr. Frank, Prof. v. Pettenkofer und

Prof. H. Ranke. Verfasst von Dr. M. v. Pettenkofer.
München 1869.

2. Erismann, Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittgruben und über die Wirksamkeit der gebräuchlichsten Desinfectionsmittel.
Ztschr. f. Biol. Bd. 11. 1875.
3. Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle, Aborte und Düngergruben.
Ztschr. f. Biol. Bd. 11. 1875.
4. v. Pettenkofer, Vorträge über Kanalisat. und Abfuhr. München 1874.
5. Die chemischen Veränderungen des Isarwassers während seines Laufes durch München nach Analysen von Brunner und Emmerich, zusammengestellt von R. Emmerich.
Ztschr. f. Biol. Bd. 14. 1878.
6. Kritik der gegen d. Schwemmkanal. erhobenen Einwände von Dr. C. Soyka. Mit 1 Vorwort von M. v. Pettenkofer. München 1880.
7. Renk, Ueber Kanalgase.
Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. Bd. XIV.
8. Renk, Die Kanalgase, deren hygienische Bedeutung und technische Behandlung.
München 1882 (Hygienische Tagesfragen II).
9. Rozzaheggi, Ueber Luftbewegung in den Münchener Sielen.
Ztschr. f. Biol. XVII, 1881.
10. Soyka, Untersuchungen zur Kanalisation.
I. Ztschr. f. Biol. Bd. 17, 1881.
II. Ztschr. f. Biol. Bd. 18, 1882.

Der weitere Ausbau des Münchener Sielsystems, dessen Inhalt ausschliesslich in die Isar eingeleitet wird, hat eine erneute Untersuchung der Münchener Kanalisation und ihres Einflusses auf die Isar vom hygienischen Standpunkte aus betrachtet, wünschenswerth gemacht und ist dieselbe

von mir auf Anregung von Herrn Geheimrath v. Pettenkofer in den letzten beiden Jahren ausgeführt worden.

Ich habe die Arbeit im hiesigen hygienischen Institut begonnen, jedoch zum grösseren Theile im physiologischen Institut fortgesetzt und beendet.

Die Aufgaben, welche ich mir stellte, waren folgende:

Chemische und bacteriol. Untersuchung des Münchener Kanalwassers.

Chemische und bacteriol. Untersuchung des Isarwassers oberhalb und unterhalb Münchens.

Im Anschluss an die von mir gefundenen Resultate folgt eine Erörterung der Fragen, ob die Münchener Kanalisation und die Ableitung des Kanalwassers in die Isar eine nach unseren heutigen Erfahrungen und Kenntnissen zweckentsprechende und vom hygienischen Standpunkt zu billigende Einrichtung und ob die bisher noch verbotene Einleitung der Fäkalien in das Sielnetz einzuführen ist.

Weiterhin hoffte ich durch meine Untersuchung zur Beantwortung der Frage über die Selbstreinigung der Flüsse und deren Ursachen einiges beitragen zu können; in wieweit dies geschehen, werde ich am Schluss der Arbeit auseinandersetzen.

Die Münchener Kanäle und Stadtbäche.

Ehe ich auf meine Untersuchungen eingehe, muss ich in möglichster Kürze einen Bericht über die Münchener Kanalisation, ihr Entstehen, ihren jetzigen Zustand und Betrieb geben. Die hierzu benutzten Quellen sind die oben angegebenen Arbeiten von v. Pettenkofer, Emmerich und die in der Münchener Gemeindezeitung alljährlich veröffentlichten, vom Stadtbauamt zusammengestellten Résumés über den jeweiligen Stand der ganzen Kanalanlage.

Die ältesten Kanäle Münchens, welche zum Theil noch aus dem vorigen Jahrhundert stammen, entbehren jeglichen Zusammenhangs und sind in keiner Weise nach einheitlichem System angelegt; ihre Querprofile zeigen meist senkrechte Seitenwände und flache breite Sohlen; sie münden in den nächstliegenden Stadtbach und besitzt eine Reihe derselben nicht die geringsten Spülvorrichtungen. Auch ihr baulicher Zustand ist zumeist ungenügend, und konnte es bei Legung des Rohrnetzes und der Anschlussleitungen für die neue Wasserversorgung Münchens nicht vermieden werden, dass diese Kanäle wegen ihrer ungemein seichten Lage häufig von den Wasserleitungsröhren, welche wegen des Frostes eine bestimmte Tiefenlage erhalten mussten, gekreuzt werden, so dass deren Begehbarkeit und daher auch deren Reinigung erschwert ist. (M. G. Z. 1884.)

Die erste nach einheitlichem Gesichtspunkt ausgeführte Kanalanlage rührt von dem um die Stadt München so hoch verdienten Oberbaurath Zenetti her, welcher im Jahre 1857 einen Entwurf zur Entwässerung der Ludwigs- und Max-Vorstadt ausarbeitete. Bei dem damaligen Mangel jeder Wasserversorgung dieser Vorstädte, dann bei der in den Niveauverhältnissen begründeten Unmöglichkeit, fließendes Wasser durch Abzweigung eines Isarkanals nach denselben zu verführen, wurde von vornherein als Grundsatz festgestellt, dass diese Kanäle Abtrittsflüssigkeiten niemals aufnehmen sollen.

Da sich die beiden Vorstädte mit dem Laufe der Isar von Südwest nach Nordost neigen, musste auch für den Zug der Kanäle diese Hauptrichtung eingeschlagen werden und wurde als Mündung derselben ein Isararm der sogenannte Schwabingerbach am nördlichen Ende unterhalb der Stadt bestimmt.

Die Kanäle zerfallen nach ihren inneren, leichten Dimensionen in 3 Kategorien:

- a) Stammsiel 7 Fuss hoch u. 4 Fuss weit ($2,04 \times 1,17$ m)
- b) Hauptsiel 6 „ „ „ 3,5 „ „ ($1,75 \times 1,03$ m)
- c) Nebensiel 5 „ „ „ 2,8 „ „ ($1,46 \times 0,81$ m)

Diese Weite ist beim Widerlager der oberen Wölbung genommen, und verringert sich nach unten, indem sämtliche Kanäle das eiförmige Profil erhielten.

Die kleinste Höhen-Dimension der Kanäle wurde 5 Fuss (1,46 m) angenommen, weil bei diesem Maasse die mit Räumung oder Reparaturen im Innern der Kanäle beschäftigten Arbeiter noch bequem ihrem Dienste nachkommen können.

Die sämtlichen Kanäle sind aus hart gebrannten Backsteinen in hydraulischem Mörtel gemauert und die Innenwände mit gleichem Mörtel verputzt. Zur Sohle werden seit dem Jahre 1867 sogenannte Klinker verwendet.

Die Einführung des Tagwassers von der Strassenoberfläche in die Kanäle wird durch gegossene eiserne Rohre von 1 Fuss

Durchmesser vermittelt, welche von 1 Schlammkästen, aus Backsteinen mit hydraulischem Mörtel gemauert, ausgehen. Um diese Schlammkästen zu Tag reinigen zu können, liegen auf denselben gegossene eiserne Gitter, welche sich um eine schmiedeeiserne Axe aufschlagen lassen.

Nachdem, wie schon oben erwähnt, fließendes Wasser aus einem Isararm in die Kanäle zu führen nicht möglich war, wurde das ganze Kanalnetz mit einem Systeme von Stauschleussen zu periodischer Spülung versehen, und an den verschiedenen Kanal-Enden Spülbehälter angelegt.

Die Stauschleussen der Kanäle sind bei dem durchschnittlich angenommenen Gefälle derselben von 1 : 800 in solche Entfernung von einander situirt, dass die gestaute Flüssigkeit unterhalb der Stauschleusse immerhin noch mindestens $\frac{1}{2}$ Fuss hoch ist. Stark unterhalb der Stauschleusse sind jedoch in kurzen Strecken, etwa 20 Fuss lange, starke Gefälle eingelegt um bei raschem Oeffnen der Schleusse dem Spülstrom stärkere Wirkung zu gehen. Die Spülbehälter an den verschiedenen Kanalenden bestehen in einer kurzen ca. 100—300 Fuss langen Kanalhaltung mit Stauschleusse, in welche aus den städtischen Wasserleitungen reines Quellwasser eingeführt wird. Die Stauschleussen dieser Wasserbehälter werden täglich Vormittags geschlossen und Nachmittags geöffnet; wogegen bis jetzt die Stauschleussen im Kanal-Netze selbst nur alle 14 Tage geschlossen und wieder geöffnet werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass durch diese Manipulation die Kanäle sich vollkommen rein erhalten; lediglich der feine Sand der neu makadamisirten Strassen bedarf stellen- und zeitenweise einer Auflockerung, um ihn mittelst des Spülstromes weiter zu führen. Dieser Sand und feine Kies, welcher ohngeachtet der Schlammkästen schwimmend in den Kanal kommt, ist jedoch vollkommen geruchlos. (v. Pettenkofer, Das Kanal- oder Sielsystem in München, pg. 4—6.)

Im Jahre 1873 ist sodann von den beiden Gemeinde-Kollegien dem Ingenieur Gordon der Auftrag ertheilt worden, ein Projekt für die Kanalisation von ganz München auszu-
arbeiten. Auf Grund dieses Projectes, dessen Ausführung zu
kostspielig erschien, ist später vom Stadtbauamt ein Plan
verfertigt worden, nach welchem zunächst die Kanalisation in
den Stadttheilen ausgeführt werden sollte, in denen die Ent-
wässerung am nothwendigsten erschien. Der Plan erhielt im
Juli 1880 die Genehmigung der Behörden; die dahin gefassten
Beschlüsse des Magistrates, welchem später das Gemeindebe-
vollmächtigtenkollegium beitrug, lauteten:

1) Das Gordon'sche Gesamtkanalisationsproject nicht
zu genehmigen;

2) die Herstellung der vom Stadtbauamte vorgeschlagenen
IX Kanalgruppen in den seinerzeit auch die Abschwem-
mung ermöglichenden Dimensionen mit dem Kosten-
aufwande von 2 466 822 M. zu genehmigen;

3) die Einleitung von Fäkalien (mit Ausnahme des blossen,
jedoch verdünnten Urins) in die neuen Kanäle auszuschliessen,
ihre Einleitung in die alten Kanäle und in die Stadtbäche
fernerhin nur soweit zu gestatten, als die Betheiligten ein auf
Privatrecht oder administrativer Genehmigung beruhendes Recht
darauf besitzen.

Im Jahre 1885 sind dann von beiden städtischen Collegien
die Pläne für den Bau weiterer XIII Kanalisationsgruppen mit
einem Kostenanschlag von 4 382 900,00 Mark genehmigt
worden.

Bei der neuen Kanalisation sind hauptsächlich vier Ka-
tegorien von Kanälen zu unterscheiden:

- 1) Hauptauslasskanäle
- 2) Hauptsammelkanäle
- 3) Hauptkanäle und
- 4) Seitenkanäle.

Die ersteren sind kreisrund, während die nächstfolgenden Kanalklassen eiförmiges Querprofil haben. Die grösseren eiförmigen Kanäle sind nicht in dem gewöhnlichem Verhältnisse von Höhe zu Breite wie 3 : 2 hergestellt sondern sind 2,10 m hoch und 1,75 m breit, resp. 2,00 m hoch und 1,50 m breit. Alle übrigen in Mauerwerk ausgeführten Kanäle, sofern nicht besondere Umstände veranlassten davon abzugehen, haben das reine Eiprofil. Das grösste derartige Profil hat eine lichte Höhe von 1,95 m und eine lichte Breite von 1,30 m., das kleinste eine Höhe von 0,90 m und eine Breite von 0,60 m. Hieran schliessen sich die Röhrenquerschnitte von 0,45, 0,375 und 0,30 m lichtem Durchmesser.

Die Querschnittsdimensionen stehen im engen Zusammenhang mit den Gefällen der Kanäle. Gefälle 1 : 1500 und darunter kommen nur ausnahmsweise vor. Im Allgemeinen kann man sagen, dass Gefälle von 1 : 1000 bis 1 : 1100 die Grenze der schwächeren Gefälle bilden.

Neben diesen Neubauten von Kanälen werden die oben beschriebenen älteren Kanäle, soweit sie in das neue System aufgenommen werden sollen, verbessert und adaptirt, worüber ebenfalls alljährlich näherer Bericht erstattet wird.

Als Baumaterialien werden verwandt: Backsteine in verschiedenen Formen, Klinker von Grosshesselohe, Bausteine aus oberpfälzischem Granit und rothem Mainsandstein, Thonwaren, Portlandcement. Für sämtliches Mauerwerk wird Quarzsand und für den Beton der grossen Betonkanäle scharfer Kalkgrubensand genommen.

Die Eisentheile werden theils aus Schmiedeeisen, theils aus Gusseisen hergestellt.

Vom Portlandcement, welcher nach den hiefür bestehenden amtlichen Normen zu liefern ist, werden alljährlich grössere Reihen von Cementprobekörpern hergestellt und geprüft.

Es sind nunmehr — Ende 1888 — von den 205 000 m

Kanälen, welche bei der derzeitigen Ausdehnung der Stadt nothwendig, in dem Projekt für die Kanalisation aufgenommen sind, 84,887 m fertig gestellt, über deren Lage, Verlauf und Einmündungen beiliegender Plan von München genauen Aufschluss gibt.

Von diesen 84,887 m gehören den neuen Kanälen (seit 1883 erbaut) 60 491,961 m an und sind hiervon:

- 47 594,100 m Backsteinkanäle,
- 13 246,130 m Thon- und
51,731 m Eisenrohrleitungen, sowie
- 24 518,808 m Haupt- und
36 373,153 m Nebenkanäle.

Unter Oberleitung des Stadtbauamt-Vorstandes obliegt die Projektirung und Leitung des Baues der neuen Kanäle, die Spülung, Reinigung und der bauliche Unterhalt des ganzen Systems, sowie die Geschäfte der Anwesensentwässerung dem Oberingenieur Herrn M. Niedermayer.

Für den Spülbetrieb, die Reinigung der Kanäle mit ihren Specialbauten, den Ventilationen, Strasseneinläufe u. s. w. sind 1 Inspector, 2 Aufseher mit dem nöthigen Arbeiterpersonal angestellt.

Die Reinigung umfasst hauptsächlich die Herausschaffung von feinem Sand, der sich in grösserer Menge von den vielen nicht gepflasterten und meistens mit Kalkmacadam versehenen Strassen, besonders nach heftigen Niederschlägen, in den Kanälen festgelegt und derzeit nicht weiter gespült werden darf, da die meisten Gruppen in provisorischer Weise entweder an Stadtbäche oder an alte bestehende Kanäle anschliessen, von welch' letzteren die Herausschaffung von Sand u. s. w. mit noch erheblicheren Kosten erfolgen müsste. Sowie das Gesamtkanalisationsprojekt sich mehr vervollständigt und ausbaut, wird auch diese Arbeit vereinfacht und wesentlich billiger werden, da dann ein wohlorganisirter einheitlicher

Spülbetrieb Platz greifen kann und die Sandablagerungen zum grossen Theile durch die Spülkraft des Wassers an hiezu passende Stellen transportirt werden, von welchen aus dann deren Fortschaffung weniger kostspielig wird. (M. G.-Z. 84. pg. 12.)

Wie der beiliegende Plan von München, auf welchem die neuen und die in das Projekt aufgenommenen älteren Kanäle mit rother Farbe eingezeichnet sind, zeigt, werden die gesammten Abwässer der Stadt nicht durch einen grossen Haupt-Kanal der Isar zugeführt; es sind vielmehr dafür verschiedene Wege vorhanden. Zunächst ist es ja noch einer grossen Anzahl von Häusern, welche an den weiter unten zu beschreibenden Stadtbächen liegen, gestattet, ihre Abwässer und Fäkalien in diese einzuleiten.

Weiterhin besitzt die ganze innere Stadt noch alte Kanäle, die ihren Inhalt ebenfalls in einen der Stadtbäche führen.

Auch das in den südwestlichen Theilen der Stadt befindliche neu angelegte Kanalnetz hat noch keinen Anschluss an die Isar, sondern mündet zunächst in den westlichen Stadtgrabenbach, dessen Wasser mit verschiedenen anderen Stadtbächen vereint unterhalb München als Eisbach in die Isar fliessen.

Direkten Ausfluss in die Isar haben auf der rechten Seite der Kanal der äusseren Maximiliansstrasse, welcher den bis jetzt neu kanalisirten Theil Haidhausens aufnimmt und unterhalb der Maximiliansbrücke in die Isar mündet, auf der linken Seite die bis jetzt fertig gestellten Kanäle des unteren linken Systems, welche in der Verlängerung der Liebigstrasse in die Isar münden und der unterhalb der bei Bogenhausen liegenden Max-Joseph-Brücke einmündende Hauptkanal.

Ausser den soeben beschriebenen Kanalnetz ist München noch von 49 Bächen *) durchzogen, welche einen bedeutenden

*) Emmerich, die chemischen Veränderungen des Isarwassers während seines Laufes durch München.

Teil der Wassermasse der Isar durch die Stadt führen und wie schon erwähnt noch vielfach zur Einleitung von Kanalwässern u. s. w. benutzt werden.

In der Nähe des Pettenkofer-Brunnenhauses, etwa 2 Kilometer oberhalb München, zweigen sich von der Isar zwei Bäche ab, der grosse Stadtbach und der Dreimühlenbach, welche am westlichen Rande des Isarthales hinziehend die Gesamtwassermasse für die einzelnen Stadtbäche, die man in äussere und innere eingeteilt hat, enthalten. An genannter Stelle ist nemlich quer durch das Flussbett ein Wehr (die sog. Ueberfälle) gezogen, das bei niederem Pegelstande den grössten Teil der Wassermenge in den links abzweigenden grossen Stadtbach und Dreimühlenbach treibt. Geht die Isar hoch, so stürzt die Hauptmasse des Hochwassers über das Wehr hinab und strömt in dem tiefer gelegenen Flussbette ab. Die Wasserquantität, welche durch den Stadtbach der Stadt zugeführt wird, schwankt in Folge dieser Einrichtung nur in geringen Grenzen.

Der Dreimühlenbach verbindet sich nach vielfach gekrümmtem nordöstlichen Laufe wieder mit dem grossen Stadtbache, welcher sich dann sofort in zwei Arme teilt, von denen der westliche die inneren, der östliche die äusseren Stadtbäche bildet.

Die inneren Bäche, welche ausschliesslich die Altstadt durchspülen, erzeugen innerhalb derselben ein vielverzweigtes Netz, sind zum Teil überwölbt und vereinigen sich an der Nordgrenze der Stadt zum Eisbach, welcher sich unterhalb der Maschinenfabrik Hirschau in die Isar ergiesst.

Die äusseren Bäche durchziehen den südlichen und östlichen Teil der Stadt und bilden mit ihrer im englischen Garten wiederum vereinigten Wassermasse den Schwabingerbach*), welcher bei Fröttmanning in die Isar mündet.

*) Die Wassermasse des Schwabingerbaches beträgt nach neueren Messungen

Ueber die Isar*) selbst sei noch bemerkt, dass der Lauf dieses wasserreichen, mächtigen Gebirgsstromes in den letzten Jahren corrigirt wurde.

Innerhalb der Burgfriedensgrenze von München ist die Isar auf 7440 m Länge regulirt (Normalbreite des Hochwasserprofils zwischen der sogenannten Eisenbahn- und Reichenbachbrücke 145, für Mittelwasser 43,25, für Niederwasser 22,4 m) und bietet in ihrem Verlauf heute ein wesentlich einfacheres Bild, als es die hydrographischen Karten zu Anfang unseres Jahrhunderts aufweisen. Zwei Wehre ermöglichen oberhalb der Stadt die Einleitung von Wasser in dieselbe und die Regelung der Flusshöhen. Am östlichen Flussufer, bei Harlaching, am Grundwehr des Auer Senkbaumes wird der die Au durchfliessende Mühlbach mit einer Wassermenge von über 10 cbm in der Sekunde abgeleitet. Er mündet an der Kohleninsel wieder in die Isar und von ihm sind zahlreiche Werkkanäle abgetrennt, welche sich zum Theil wieder mit demselben vereinigen, zum Theil aber unmittelbar dem Hauptfluss zugeführt werden.

Unterhalb der Reichenbachbrücke theilt sich die Isar in einen östlichen und westlichen Arm, die „grosse“ und „kleine“ Isar. Diese dient nur zur unschädlichen Wegführung der Hochwasser und biegt rechts gegen die Au und Haidhausen hin ab; jene behält die Hauptrichtung des Flusses bei und dient als Flossweg. Zwischen der steinernen Brücke und der Maximiliansbrücke verbindet ein 180 m langes Schleussen- und Ueberfallwehr beide sich erst unterhalb der Praterinsel vereinigenden Flusstheile. Die lang gestreckte, inselartige

12,59 Sekunden-Cubikmeter, während die des Eisbaches auf 24,4 Sekunden-Cubikmeter angegeben wird.

*) Die Angaben sind der in diesem Jahre erschienenen Monographie: «Die Isar nach ihrer Entwicklung und ihren hydrologischen Verhältnissen, von Dr. C. Gruber» entnommen.

Bildung, welche der Fluss zwischen sich nimmt, ist durch dieses Wehr in eine grössere südliche und kleinere nördliche Hälfte getrennt.

Von der Maximiliansbrücke abwärts erstreckt sich die Korrektur noch 10 km gegen Unterführung hin und zwar auf 5 km in einer einzigen geraden Linie. Anfänglich hatte man der Isar jenseit der Bogenhauserbrücke ein Normalprofil von 72,96 m gelassen. Es machte sich indes bei einem so ausgedehnten Querschnitt ein starkes „Schlängeln“ des Flusses besonders während der Niederwasserperioden geltend, und man engte die Normalbreite deshalb auf 43,8 m ein. Dies entspricht jedoch keineswegs der Wasserführung der Isar. Die künstlichen Ufer zwängen sie zu stark ein und erhöhen ihre Stosskraft hiedurch so bedeutend, dass nach den amtlichen Zusammenstellungen allein vom Oktober 1878 bis Februar 1885 22775 cbm Kies ausgewaschen und fortgeführt wurden, und die Sohlenvertiefung 1,44 m betrug. In der Zeit von 1847 bis 1883 machte die Senkung des Isarspiegels für Mittelwasser 4,55, für Niederwasser 4,48, für Hochwasser 3,93 m aus. Der Bogenhauser Pegel zeigt infolge dessen fast beständig unter Null. Während das grösste bis heute im Münchener Stadtgebiet überhaupt beobachtete Hochwasser (2. Aug. 1851) mit 4,80 über Null bezeichnete, las man als Maximum einer bloss wenig geringeren Hochflut im Juli 1885 nur $+0,62$ m an ihm ab. Deshalb ist derselbe heute zu Vergleichen leider völlig unbrauchbar. Neuerdings sucht man durch die Einlage von Schwellen in das Isarbett zwischen je 200 m Entfernung der Arbeit des Wassers Einhalt zu thun.

Für München selbst hat aber die Tieferlegung der Isar eine Reihe von Vorteilen gebracht. Mit Recht hebt die oberste Baubehörde hervor, dass künftighin jede Gefahr der Ueberschwemmung der Stadt und der unterhalb anschliessenden Anlagen vollkommen ausgeschlossen ist, ohne dass sich

die grosse Senkung des Grundwasserspiegels ungünstig auf die Bewirtschaftung der angrenzenden Grundstücke geltend gemacht hätte. Ferner hat München eine bedeutende Vergrösserung seiner Wasserkräfte gewonnen und die im Bau begriffene Kanalisation unter ungleich günstigeren Verhältnissen in Angriff nehmen können, als bei grösserer Flusshöhe.

Ueber die Geschwindigkeit ihres Laufes gibt eine nach Messungen von Bauamtsassessor Böcking, welche i. J. 1878 ausgeführt wurden, zusammengestellte Tabelle Aufschluss.

Geschwindigkeitsmessungen bei Oberführung im Jahre 1878	Niederwasser Pegelstand: — 2,77 m	Mittelwasser		Hochwasser Pegelstand: — 0,91 m
		Pegelstand: — 2,31 m	Pegelstand: — 1,64 m	
Mittlere Geschwindigkeit im ganzen Profil	1,19	1,45	1,88	2,11
Grösste Geschwindigkeit im ganzen Profil	1,67	2,02	2,43	2,70
Mittlere Oberflächengeschwin- digkeit	1,37	1,69	2,21	2,50
Grösste Oberflächengeschwin- digkeit	1,63	2,00	2,43	2,67
Mittlere Sohlengeschwindig- keit	0,60	0,93	1,12	1,22
Mittlere Tiefe	0,89	1,17	1,70	2,29

Gruber pag. 73.

Ebenfalls von Böcking wurden bei Grüneck oberhalb Freising folgende Geschwindigkeiten gefunden:

Bezeichnung der Geschwindigkeiten.	Messung am 24. April 1883
Mittlere Geschwindigkeit im ganzen Profil	1,25 m
Grösste Geschwindigkeit im ganzen Profil	1,75 m
Mittlere Oberflächengeschwindigkeit	1,34 m
Grösste Oberflächengeschwindigkeit im ganzen Profil	1,75 m
Mittlere Sohlengeschwindigkeit	0,74 m
Mittlere Tiefe	1,09 m

Gruber pag. 74.

Die von der Isar bei Bogenhausen — also vor Einfluss des Eisbaches und Schwabingerbaches — bei den verschiedenen Pegelständen mitgeführten Wassermassen sind nach den Messungen Böcking's aus den Jahren 1878 und 1879 folgende :

Pegelstand	Durchflussmenge in cbm pro Sekunde	Allgemeine Bezeichnung des Wasserstands
— 2,5	29,5	} Niederwasser.
— 1,8	81,0	
— 1,7	91,0	} Mittelwasser.
+ 0,0	288,0	
+ 0,1	302,0	} Hochwasser.
+ 0,8	417,0	

Gruber pag. 94.

Die in den verschiedenen Jahreszeiten durch München strömenden Wassermassen sind, wie leicht erklärlich, sehr ungleiche. Es ist „für die Isar in der Münchener Korrektion nachgewiesen, dass im Durchschnitt drei Viertel ihrer gesammten jährlichen Wasserfracht auf die Monate April mit Oktober kommen und nur ein Viertel derselben auf das noch übrige Halbjahr trifft. So verteilen sich die 4'147,187,000 cbm, welche 1878 durch's Münchener Stadtgebiet flossen, folgendermassen auf die Jahreszeiten“:

Frühling	1627,754,400 cbm.
Sommer	1313,997,600 „
<hr/>	
Im ganzen	2941,752,000 cbm.
Winter	584,388,000 „
Herbst	621,047,000 „
<hr/>	
Im ganzen	1205,435,000 cbm.

Gruber pag. 96.

Die geringsten Wassermengen fallen, wie die nachfolgende Tabelle des Bogenhausener Pegels vom Jahre 1888 zeigt, auf die Wintermonate Januar, Februar, die höchsten auf die Sommermonate Mai bis September.

	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt	Nov.	Dez.
Mittlerer Pegelstand . . .	4,35	4,40	3,79	2,95	2,58	3,03	2,85	2,77	2,56	3,23	3,84	4,15
Höchster Pegelstand . . .	1,77	4,20	2,47	0,50	2,05	2,34	1,80	—0,10	—0,15	2,10	3,25	3,98
Niederster Pegelstand . . .	4,74	4,67	4,28	3,75	3,07	3,33	3,34	3,40	3,40	3,86	4,07	4,24

Untersuchung der Kanalwässer.

Der jetzige Stand der Kanalisation Münchens, wie er von mir weiter oben in Kürze beschrieben worden ist, machte es unmöglich, durch Untersuchungen des Inhaltes der einzelnen Kanalenden ein Gesamtbild über das, was von der ganzen Stadt durch die Kanalisation fortgeschafft wird, zu erhalten.

Einmal endet ja noch ein Theil der Kanäle in Stadtbäche, dann aber ist über die Mengen der aus den einzelnen Kanalenden ausströmenden Flüssigkeitsmengen dem Stadtbauamt nichts bekannt. Ich habe mich daher darauf beschränken müssen, den Kanalinhalt des Hauptziels, welches etwa 800 m unterhalb der bei Bogenhausen liegenden Max Josef-Brücke in die Isar sich ergiesst, zu untersuchen.

Die Länge des Kanalnetzes, welches an diesem Hauptauslass hängt, und dessen Verbreitung durch die Stadt aus dem beigefügten Stadtplan zu ersehen ist, beträgt 52902 laufende Meter. Da die derzeitige Ausdehnung der Stadt ein Kanalnetz von 205000 m *) erfordert, so kann man annehmen, dass dem von mir untersuchten Kanal ungefähr $\frac{1}{4}$ der Häuser und Anwesen der ganzen Stadt angeschlossen ist.

Genauere Feststellungen über die Anzahl der mit dem Kanal verbundenen Häuser und Fabriken mit den in den-

*) Bericht über die Kanalisation Münchens mit dem Stande am Ende 1888.
pag 20.

selben wohnenden Menschen, beziehungsweise beschäftigten Arbeitern wären ungemein schwierig und bei der fortwährenden Aenderung dieser Verhältnisse zwecklos gewesen.

Die Untersuchung des Kanalwassers zerfiel in eine bakteriologische und chemische.

Die bakteriologische Untersuchung wurde jedesmal, bald nachdem das Wasser in's Laboratorium gebracht war, nach der v. Esmarch'schen Rollmethode ausgeführt. Die Menge der auf Gelatine gewachsenen Kolonien wurde nach zweitägigem Stehen der Rollkulturen bei 20—25° C. bestimmt.

Die chemische Untersuchung des Wassers, welche ebenfalls sofort, nachdem das Wasser ins Laboratorium gebracht war, begonnen wurde, erstreckte sich auf Bestimmung:

- 1) des Trockenrückstandes (250 cbcm werden nach dem Abdampfen 12 Stunden bei 100° getrocknet und gewogen);
- 2) der suspendirten Bestandteile (Differenz des Trockenrückstandes von 250 cbcm nicht filtrirten und filtrirten Wassers);
- 3) der organischen Substanzen (Chamäleonmethode von Kubel-Ticmann);
- 4) des Chlors (titrimetrisch nach Mohr);
- 5) der Salpetersäure (volumetrisch nach Schulze-Ticmann oder titrimetrisch nach Marx);
- 6) das Ammoniak (mit Nessler'schem Reagens);
- 7) der salpetrigen Säure (mit Jodzinkstärkekleister).

Die Bestimmung der suspendirten Bestandteile ist nicht in allen Fällen ausgeführt worden, weil dieselbe grossenteils werthlos ist. In einem Kanalwasser schwimmen so vielerlei Gegenstände, dass es ganz dem Zufall unterworfen ist, ob man beim Schöpfen einer Wasserprobe mehr oder weniger dieser schwimmenden, suspendirten Substanzen erhält.

Die Salpetersäure habe ich aus Mangel an Zeit, da ich besonderen Werth darauf legte, alle Analysen noch am selben Tage auszuführen oder wenigstens anzusetzen, nicht immer bestimmen können.

Die Farbe des Wassers war stets grau und trüb, einen irgendwie auffallenden Geruch konnte ich nie bemerken. Beim Schöpfen des Wassers wurde die Temperatur der Aussenluft, der Kanalluft und des Kanalwassers gemessen, ferner der Wasserstand an einer in der Mitte des Kanals vom Scheitel bis zur Sohle ad hoc errichteten, mit Masstab versehenen Holzleiste abgelesen. Die in den Tabellen beigefügten Angaben der Geschwindigkeit und Wassermenge sind aus dem Niveau, dem bekannten Gefäll (1 : 750) und Kanalprofil ($2,2 \times 2,2$) nach den Formeln $v = 51,576 \sqrt{\frac{F}{p} \cdot \frac{h}{l}}$ und $M = F \cdot v$ berechnet worden.

Um über die Zusammensetzung des Kanalwassers und im Zusammenhang damit über den Werth der Siel-Anlage ins Klare zu kommen, war es notwendig, eine grössere Anzahl Analysen des Kanalinhalt zu besitzen. Von vornherein musste ich mir jedoch sagen, dass ich auf die Wahl der zu untersuchenden Proben einen Hauptwerth zu legen hätte, was bei derartigen Arbeiten oft nicht genügend berücksichtigt wird. Man begnügt sich meistens bei Begutachtung von Kanalisationsanlagen mit der Untersuchung einiger beliebig geschöpften Wasser, oder lässt auch bei fortdauernd ausgeführten Untersuchungen die Proben am bestimmten Tage eines jeden Monats nehmen, ohne dabei zu berücksichtigen, dass das Kanalwasser keine Flüssigkeit von gleichmässiger Zusammensetzung, sondern dass diese in hohem Grade von den Einflüssen des Wetters und von den menschlichen Gebräuchen abhängig ist.

Auch auf die Probeentnahme habe ich besonders geachtet und bin in der ersten Zeit stets bei derselben zugegen

gewesen, später überliess ich sie dem vom Stadtbauamt beorderten Beamten, nachdem ich ihn als durchaus zuverlässig kennen gelernt hatte.

Ich begann damit, während einer Woche alltäglich das Vormittags zwischen 7 und 8 Uhr geschöpfte Wasser zu untersuchen, um zu erfahren, ob bei trockenem Wetter der zu einer bestimmten Tagesstunde ablaufende Kanalinhalt nach Menge und Zusammensetzung grossen Schwankungen unterworfen wäre. Die hiebei gefundenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

(Siehe Seite 26.)

Die angegebenen Werthe sind Mittelzahlen zweier innerhalb der Fehlergrenzen schwankender Bestimmungen; bei grösseren Differenzen wurden die Analysen wiederholt. Bei der Untersuchung der Schwankungen in der Zusammensetzung des Kanalwassers zu den verschiedenen Tagesstunden, musste ich mich damit begnügen von einzelnen Bestimmungen nur je eine Analyse anzuführen.

Um dieselbe Zeit zwischen 7 und 8 Uhr wurden weiterhin zu wiederholten Malen Proben untersucht; dieselben bildeten den Ausgangspunkt der zu verschiedenen Jahreszeiten, bei verschiedener Witterung unternommenen Untersuchung des Einflusses des Münchener Kanalwassers auf die Isar. Die folgende Tabelle enthält die hiebei gefundenen Werte:

(Siehe Seite 27.)

Um das aus den eben erwähnten Untersuchungen gewonnene Bild über das Münchener Sielwasser zu vervollständigen, wurde weiterhin festgestellt, in welchen Grenzen die Zusammensetzung des Kanalwassers in den verschiedenen Tag- und Nachtstunden schwankte, da von vornherein einzusehen ist, dass der Kanalinhalt, welcher einen Theil der beim menschlichen Leben abfallenden, unbenützten Substanzen fortführt, seiner Quantität und Qualität nach vom menschlichen Leben abhängig sein muss.

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Höhe des Wasserstandes	pro Sekunde		Temperatur			Oxydirbarkeit				Chlor	Abdampfungsstand getrocknet bei 110—120°	Freier NH ₃	N ₂ O ₂	N ₂ O ₃	Bakteriengehalt pro cbcm	Regenmenge 17 0,1 mm 18 0,3 „ 19 4,1 „ 19 5,2 „		
				Geschwindigkeit	Cubikmeter	der Luft	der Kanalluft	des Wassers	Verbrauch an K Mn O ₄	Verbrauch an Sauerstoff	Organische Substanzen										
												pro Liter									
20. III.	Vm. 7,12	Hauptstiel kurz vor dem Einlauf in die Isar	25	0,839	0,196	- 2,5	- 2	+ 8,5	537,6	138,18	2588,0	26,9	686,8	—	0	3,8	—	0	—	0	
„	7,22		25	0,839	0,196	- 2,5	- 2	+ 8,5	662,6	168,78	3113,0	28,1	886,8	—	0	2,2	—	0	—	0	
21. III.	7,10		25	0,839	0,196	- 5	- 2	+ 9,5	587,5	151,00	2937,0	32,1	786,4	4,61	Spuren	4,5	151155	—	0	—	0
„	7,25	25	0,839	0,196	- 5	- 2	+ 9,5	600,6	154,40	3003,0	34,5	833,6	3,72	Spuren	—	377368	—	0	—	0	
22. III.	7,18	30	0,909	0,276	- 1	+ 8	+ 10	537,6	138,20	2588,0	37,05	774,0	3,23	Spuren	Spuren	126070	—	0	—	0	
23. III.	7,25	30	0,909	0,276	+ 1	+ 6	+ 10	520,6	130,80	2503,0	32,60	802,4	1,97	Spuren	1,40	176700	—	0	—	0	
24. III.	7,30	25	0,839	0,196	+ 0	+ 6	+ 8,5	380,0	95,50	1900,0	29,30	726,0	—	Spuren	1,248	191116	—	0	—	0	
25. III.																					
26. III.	8,00		55	1,202	0,849	+ 4,5	+ 10	+ 10	252,0	66,40	1008,0	46,55	598,8	2,55	0	0,936	143639	—	5,0	während der Nacht.	

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Höhe des Wasserstandes	pro Sekunde		Temperatur			Oxydirbarkeit				pro Liter					
				Geschwindigkeit	Cubikmeter	der Luft	der Kanalluft	des Wassers	Verbrauch an K Mn O ₄	Verbrauch an Sauerstoff	Organische Substanzen	Chlor	Abdampfrückstand	Freier NH ₃	N ₂ O ₂	N ₂ O ₃	Bakteriengehalt pro cbcm	Niederschläge
14. VI.	7. ¹⁵	Hauptstiel kurz vor dem Einlauf in die Isar	30	0,909	0,276	16,5°	17,5°	17,5°	203,5	50,36	1017,5	34,87	712,0	4,0	+	2,4	268006	{ 0,2 4,0
5. VII.	7. ³⁰			0,909	0,276	15°	15°	16,5°	225,0	57,16	1125,0	34,21	728,4	3,5	+	1,14	278401	{ 3,7 0,7
27. X.	8. ⁰⁰	Hauptstiel kurz vor dem Einlauf in die Isar	25	0,839	0,196	+4°	10°	12,5°	139,0	44,00	695,0	49,4	748,8	+	+	—	103750	0
1. XII.	8. ⁰⁰			0,839	0,196	+0,5°	10°	14°	147,1	37,21	735,5	41,2	799,6	+	+	—	179700	0
27. I.	8—9	Hauptstiel Königstrasse	30	0,82	0,25	-4,5°	—	—	239,4	60,06	1197,0	48,0	732,4	+	+	—	—	0
10. II.	8—9			0,82	0,25	-3,1°	5°	10°	304,8	77,2	1524,0	56,8	849,6	+	+	—	181500	3,1
15. III.	8. ⁰⁰	Hauptstiel Königstrasse	30	0,82	0,25	-6°	6,5°	12,5°	124,58	31,71	622,9	50,4	828,5	+	+	—	—	1,5

Ich habe daher am 14./15. XII. 1888, nachdem in den vorhergehenden Tagen keine Niederschläge gefallen waren, das Kanalwasser des Hauptsiels allstündlich untersucht und dabei die auf der nächsten Tabelle und der darauffolgenden Curventafel aufgezeichneten Resultate erhalten.

Hiebei möchte ich bemerken, dass die bakteriologische Untersuchung der während der Nacht bis 7 Uhr morgens geschöpften Proben am 15. vormittags, die der Tagwässer vom 15. am selben Abend angesetzt wurde.

(Siehe Seite 29.)

Die Untersuchung ergab, wie ich es erwartet hatte, eine sehr verschiedene Zusammensetzung der einzelnen Portionen. Das tägliche Leben findet in dem Grad der Verunreinigung deutlichen Ausdruck. Am frühen Morgen, wenn die Thätigkeit beginnt, wenn die Strassen gereinigt, in den Häusern geputzt wird, ist auch gleich ein rasches Anwachsen aller die starke Verunreinigung des Kanalwassers anzeigenden Verbindungen zu bemerken. Die während der Mittagszeit eintretende Ruhe in der menschlichen Thätigkeit ist auch in der Zusammensetzung des Sielwassers deutlich zu bemerken, während gegen Abend wieder eine verstärkte Verunreinigung desselben die Wiederaufnahme der Arbeit nach der Mittagspause andeutet. Die in der Nacht geschöpften Proben waren, wie leicht begreiflich, die am wenigsten verunreinigten. Wie besonders deutlich auf der Curventafel zu sehen, laufen die Schwankungen in der Zahl der Bakterien und dem Gehalt an Trockensubstanz, organischen Substanzen und Chlor ziemlich parallel, mit Ausnahme des Ansteigens der organischen Substanzen und des Trockenrückstandes in den Nachtstunden von 3 und 4 Uhr, was vielleicht einem Zufall zuzuschreiben ist.

In einer Durchschnittsprobe des Kanalwassers, welche dadurch hergestellt wurde, dass ich von sämmtlichen 24 während des Tages und der Nacht geschöpften Kanalwässern

No.	Stunde	Temperatur d. Kanal-		Höhe d. Wasserstand.	pro Sekunde		mg pro l Liter.				Trockenrückstand	N ₂ O ₃	NH ₃	Bakterien pro cubcm.
		Luft	Wassers		Geschwindigkeit	Cubikmeter	Oxydirbarkeit		Cl					
				Verbrauch an O			Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen						
1	Abds.	7	12,5 ⁰	30 cm	0,82	0,25	69,8	347,1	1735,5	58,6	1050,0	+	+	530200
2		8	12,5	"			100,7	397,8	1989,0	58,6	1062,8	+	+	502700
3		9	14	"			32,6	128,7	643,5	56,2	746,0	+	+	509400
4		10	16	"			27,6	109,2	546,0	53,7	678,4	+	+	427000
5		11	15	"			36,5	144,3	721,5	58,6	716,8	+	+	382000
6	Nachts	12	13,5	"			55,3	218,4	1092,0	56,2	962,4	+	+	269700
7		1	13,5	"			28,6	133,1	665,5	40,7	616,0	+	+	130300
8		2	13,5	"			13,8	54,6	273,0	34,7	576,8	+	+	183200
9		3	13,5	"			14,8	58,5	292,5	33,4	606,4	+	+	133700
10		4	13,5	"			61,2	241,8	1209,0	29,3	836,4	+	+	172100
11	Morgs.	5	15	"			21,7	85,8	429,0	26,3	985,2	+	+	167100
12		6	13,5	"			25,7	101,4	507,0	35,9	598,8	+	+	153700
13		7	13,5	"			45,0	179,4	897,0	31,1	677,0	+	+	121700
14		8	14	"			69,1	273,0	1365,0	49,0	823,6	+	+	204500
15		9	12,5	"			98,7	390,1	1950,5	50,2	1224,8	+	+	305400
16		10	12,5	"			56,3	222,3	1111,5	61,0	938,0	+	+	389300
17		11	12,5	"			54,3	224,5	1072,5	67,0	943,2	+	+	449500
18	Mittags	12	12,5	"			53,3	200,6	1003,0	63,4	942,8	+	+	349000
19		1	14	"			47,4	187,2	936,0	61,0	832,8	+	+	297100
20		2	12,5	"			27,6	109,2	546,0	60,4	848,0	+	+	177200
21		3	12,5	"			43,4	171,6	858,0	65,2	861,6	+	+	249600
22		4	12,5	"			61,2	241,8	1209,0	71,4	1126,8	+	+	—
23		5	13	"			89,8	354,9	1774,5	92,1	1044,8	+	+	305400
24		6	13	"			70,1	276,9	1384,5	112,4	1203,2	+	+	294300
Mittel vom ganzen Tage														
Mittel der Nachtstunden (9 U. Abds. — 7 U. Vormitt.)														
Mittel der Tagesstunden (8 U. Vormitt. — 8 U. Abds.)														

Mittel vom ganzen Tage
Mittel der Nachtstunden (9 U. Abds. — 7 U. Vormitt.)
Mittel der Tagesstunden (8 U. Vormitt. — 8 U. Abds.)

eine gleiche Menge zur Mischung herausnahm, bestimmte ich nach den gewöhnlich üblichen Methoden den Kalk, die Magnesia und die Schwefelsäure.

Es enthielt der Liter Canalwasser :

0,1557 gr Ca O
 0,0432 gr Mg O
 und 0,0568 gr SO₃.

Die Resultate meiner Untersuchung stimmen nicht überein mit dem Befunde Feichtingers, welcher am 3./4. März 1868 das Wasser des seinerzeit in den Schwabingerbach unterhalb der Veterinärschule einmündenden Hauptkanals der Münchener Sielanlage analysiert hatte.

Feichtinger hatte gefunden, dass

1) das bei Nacht ausfliessende Kanalwasser reicher an gelösten und ärmer an suspendirten Stoffen gefunden werde, als das bei Tag ausfliessende Kanalwasser ;

2) dass im ausfliessenden Nachtwasser sowohl in den gelösten wie in den suspendirten Stoffen die organischen Materien in grösserer Menge vertreten sind wie im Tagwasser ; dieser Umstand wird wohl die Ursache gewesen sein, dass das Nachtwasser dunkler gefärbt war wie das Tagwasser. Dass das Nachtwasser reicher an organischen Stoffen war, wurde noch durch Versuche, die ich mit einer Lösung von übermangansaurem Kali anstellte, bestätigt; es entfärbten nämlich 1 lit. filtrirtes Tagwasser 72 cbm und 1 Liter filtrirtes Nachtwasser 80 cbm einer Lösung von übermangansaurem Kali, welche in einem Liter genau 1 Gramm (1 cbm = 1 mgr) enthielt. *)

Tagwasser, dessen gelöste Bestandteile; pro 1 Liter.

Trockenrückstand	{	in Wasser löslich	{	anorg. Bestandt. 0,166 gr
		0,291 gr		organ. Stoffe 0,125 gr
0,541 gr	{	in Wasser unlöslich	{	anorg. Bestandt. 0,215 gr
		0,250 gr		organ. Stoffe 0,035 gr

*) S. v. Pettenkofer, das Kanal- und Sielsystem in München. pag. 64 u. s. f.

Thauwetter.	mg pro 1 Liter.														
	Datum	Stunde	Temperatur d. Kanal-		Höhe des Wasserstandes	pro Secunde		Oxydirbarkeit			Trockenrückstand	Suspendirte Bestandtheile			
Luft			Wassers	Geschwindigkeit		Cubikmeter	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen	Cl.		N ₂ O ₃	N H ₃		
Hauptziel Königinstrasse	18. III.	12 Mitt.	10°	7,5°	38 cm	0,877	0,368	63,78	250,25	1251,3	79,2	1024,0	702,4	+	1,062652
"	"	7 Abds.	12,5°	7,5°	36 cm	0,861	0,334	50,05	196,62	983,1	71,1	882,4	386,4	+	1,088000
"	"	1,30 Nachts	12,5°	10°	32 cm	0,825	0,368	41,86	164,45	822,3	32,1	839,2	116,5	+	583400

O r t
der
E n t n a h m e.

Nachtwasser, dessen gelöste Bestandteile; pro 1 Liter.

Trockenrückstand	{	in Wasser löslich	{	anorg. Bestandt.	0,156 gr
		0,343 gr		org. Stoffe	0,187 gr
0,561 gr	{	in Wasser unlöslich	{	anorg. Bestandt.	0,186 gr
		0,218 gr		organ. Stoffe	0,032 gr

Ich habe daher nochmals an einem Tage Tag- und Nachtwasser untersucht, um mich darüber zu vergewissern, dass die von mir bei der am 14./15. XII. ausgeführten Untersuchung gefundenen Resultate keine zufälligen gewesen. Die Resultate sind auf der vorhergehenden Seite angeben:

Auch dieser Versuch zeigt deutlich, ganz wie ich es am 14./15. Dezember gefunden, dass zwischen Tag- und Nachtwasser ein grosser Unterschied besteht, dass letzteres bedeutend reiner als ersteres ist.

Die Differenz der Ergebnisse der Untersuchungen von Feichtinger und mir findet eine genügende Erklärung in dem Umstand, dass es zu jener Zeit üblich war, die Senkgruben während der Nacht auszuleeren und dass hierbei trotz wiederholter Verbote die unverdünnte, schwer transportable Abtrittsjauche in die Kanäle eingeleitet wurde.

In neuerer Zeit ist auf Grund einschlägiger Verordnungen*) die Entleerung der Gruben nur bei Tage mittels pneumatischer Apparate gestattet und damit der nächtliche Zufluss der Abtrittsjauche fast völlig ausgeschlossen.

Die bisher mitgetheilten Untersuchungen beziehen sich durchweg auf das Kanalwasser der Hauptsiele, nachdem dieses alle Zuflüsse aufgenommen. Ich schliesse daran die Mitteilung einiger Analysen von Wasserproben, welche an verschiedenen Stellen des Systems in seinem Verlauf durch die Stadt geschöpft sind. (Siehe Seite 33.)

*) Münchener Gemeindezeitung 1882 pag. 797.

“ “ “ “ 1095.

“ “ 1884 “ 795.

Ortspolizeiliche Vorschrift über Entleerung von Abtritt, Dung, Kehrlicht und Versitzgruben vom 26. Juni 1887.

Ort der Entnahme	mg pro 1 Liter										Bakterien pro cubcm	Reaction					
	Tag		Temperatur d. Kanal-		Höhe des Wasserstandes		Oxydirbarkeit			Trockenrückstand			Suspendirthe Bestandtheile	N H ₃	N ₂ O ₈		
	Stunde	Wasser	Luft	m	Geschwindigkeit	Cubikmeter pro Sekunde	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen							Cl	
										Vm.			10°	11°	10°		0,31
1 Nymphenburgerstrasse, Ecke Marsfeldstr.	27. V.	7,30	11°	10°	0,07	0,31	10,004	76,96	305,43	1527,15	138,2	1044,0	3554,0	0	+	2896000	schw. alk.
2 Schleissheimerstr. Ecke Gabelsbergerstr.	"	7,50	21°	17,5°	0,20	1,186	0,094	88,58	305,19	1750,95	74,1	1416,5	104,5	+	+	1767000	"
3 Hessstr. Ecke Augustenstr.	"	8,07	20°	17,5°	0,25	0,567	0,079	192,72	767,96	3838,8	64,66	1554,0	196,0	0	schwach	1852000	"
4 Barenstrasse Ecke Blüthenstr.	"	8,30	21°	19°	0,35	0,675	0,152	204,6	815,3	4076,5	63,75	1200,5	505,0	0	+	1331000	"
5 Schwabingerlandstrasse zwischen Siegesthor u. Gorgenstr.	"	8,50	19°	17,5°	0,35	1,19	0,27	64,02	255,11	1275,55	62,5	0821,5	677,5	0	+	843000	"
6 Könginstr. Ecke Giselastr.	"	9,10	19°	19°	0,35	0,856	0,321	69,96	278,78	1393,90	67,5	0810,5	355,0	+	+	558950	"

Es fragt sich nun, welche Schlüsse sind aus den vorgelegten Analysen auf den Werth der Kanalisationsanlage zu ziehen. Die erste und wichtigste Anforderung, welche man an eine gut fungirende Kanalisation stellen muss, ist eine unter allen Verhältnissen, bei den verschiedenen Witterungseinflüssen statthabende schnelle Beseitigung der dem System anvertrauten Abfallstoffe. Diese Anforderung muss erfüllt werden, damit die stets eine grosse Menge leicht zersetzlicher Substanzen enthaltende Flüssigkeit nicht in Gährung übergeht und durch die hiebei entstehenden Zersetzungsprodukte zu hygienischen Misständen mannigfacher Art Ursache gibt.

Wir wissen aus einer ganz enorm grossen Zahl bei den verschiedensten Kanalisationsanlagen seit langer Zeit ausgeführter Untersuchungen, welche Zusammensetzung Kanalwässer gut fungirender Systeme zu haben pflegen. Vergleichen wir nun einzelne derselben mit unseren oben angeführten Resultaten, so sehen wir, dass das Münchener Kanalwasser, soweit man aus seiner chemischen Zusammensetzung Schlüsse ziehen kann, zu hygienischen Bedenken keinen Anlass gibt.

Kanalwässer aus Städten	Suspendirte Schlammstoffe		Gelöste Stoffe				
	unorganische	organische	im Ganzen	Gesamt-Stickstoff	Chlor	Salpetersäure	org. Stoffe (Glüh-Verlust)
	mg	mg					
I. mit Schwemmsystem (incl. der Fäcalien)							
1. englisches Kanalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten	241,8	205,1	722,0	77,3	106,6	0,03	46,9
2. Berliner Kanalwasser, 2 Analysen	209,5	326,5	850,0	86,7	167,5	0	292,1
II. mit Abortgruben (excl. der Fäcalien)							
englisches Kanalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten .	178,1	213,0	824,0	64,5	115,4	0	44,8

	Summa	Mineral-Stoffe (Glührückstand)	Organische Stoffe				Suspendirte Stoffe
			Summa Glüh-Verlust	Stickstoff		oxydirbar durch Sauerstoff	
				gesammt	organisch		
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Frankfurter Sielwasser*) Mittel aus 5 Untersuchungen	2256	779	1476	121,0	63,2	130,31	1298
Essener Sielwasser**) . .	1019,2	796,4	222,8	—	6,9	41,7	542,3

*) V. f. öff. Ges. Bd. 21. S. 80.

**) „ „ „ „ Bd. 21. S. 115.

Breslauer Kanalwasser.)*

Mittel aus 11 Untersuchungen.

Gelöste Stoffe	Salpetersäure	Organische Stoffe	Anorganische Stoffe	Ammoniak	Chlor	Erforderliches Kaliumpermanganat
0,7781	—	0,2187	0,5594	0,0697	0,1482	0,125

*) Briefl. Mitteilg. des Magistrats v. Breslau.

Pariser Kanalwasser.)*

Sammelkanal von Clichy.

Organische Substanzen (inbegriff. 0,024 Stickstoff)	= 0,597
Anorganische « (« 0,010 Phosphorsäure)	= 1,420
Summa	= 2,017

Departements Sammelkanal.

Organische Substanzen (inbegriff. 0,031 Stickstoff)	= 0,733
Anorganische » (« 0,012 Phosphorsäure)	= 1,648
Summa	= 2,381

Ein weiteres, noch besseres Kennzeichen über den Werth einer Kanalanlage ist uns heutzutage durch die bakteriologische

*) Durand Claye, Assain. d. l. Seine 1885 S. 13.

Untersuchung gegeben. Wir wissen, dass bei jeder Zersetzung organischer Substanzen eine bedeutende Vermehrung der diesen Vorgang bedingenden niederen Organismen eintritt, und können daher aus der Zahl der vorhandenen Mikroorganismen auf den Grad der eingetretenen Fäulnis schliessen.

Ein Vergleich der von uns im Münchener Kanalwasser gefundenen Bakterienanzahl mit der anderer Sielwässer zeigt, dass ersteres zumeist in einem bedeutend besseren Zustande sich befindet, als letztere.

In der Berliner Spüljauche (Druckrohr bei Falkenberg) sind nach der Untersuchung Koch's 38 000 000 Keime in 1 cbm; das Pariser Kanalwasser enthält 120,000 (Durand-Claye) bis 6 000 000 (Miquel); das Petersburger Kanalwasser 10500—21632 (Pöhl). *)

Im Frankfurter Kanalwasser sind durchschnittlich 3 000 000 (Dr. Libbertz)**); im Essener Kanalwasser (Dr. Kaysser) 1 399 750 resp. 2 909 300 Colonieen pro cbcm***). Im Hafen von Neapel 50 m von der Kanaleinmündung Chiatamone fand de Giaxa †) noch 298 000 und 420 000 im cbcm.

Die im Vergleich zu anderen eben angeführten Kanalwässern sehr geringe Anzahl Bakterien des Münchener Kanalwassers spricht am deutlichsten für die Güte der Münchener Kanalanlage und beweist, dass die in das System eingeführten Abwässer und Verunreinigungen schnell weitergeführt werden, ohne erst weitgehende Zersetzungen einzugehen. Bedingt ist die relativ gute Zusammensetzung des Münchener Kanalwassers mit seinem geringen Bakteriengehalt einmal durch die richtige Anlage des Projektes, sodann aber, und darauf möchte ich hier besonders aufmerksam machen, durch den

*) Nach Rubner, pag. 370. Lehrb. d. Hyg.

***) V. f. öff. Ges. 1889. pag. 84.

****) » » » » 1889. pag. 116 u. 112.

†) Ztschr. f. Hyg. VI pag. 176.

Reichthum an Spülwasser, welcher der Münchener Kanalisation zur Verfügung steht.

Ich habe bei meinen Untersuchungen stets die Menge des aus dem Hauptsiel abfließenden Wassers in oben angegebener Weise bestimmt und dabei gefunden, dass bei trockenem Wetter in minimo ca. 17000 cbm Kanalwasser während 24 Stunden ablaufen. Da diese 17000 cbm von einem Viertel der Stadt München, welche zur Zeit der Untersuchung 270000 Einwohner zählte, herkommen, resultirt pro Kopf der Bevölkerung $\frac{17000}{67500} = 0,251 \text{ cbm} = 251 \text{ lit. Abwasser}$ (in minimo!)

Vergleichen wir hiermit die Zahlen anderer Städte, so finden wir, dass in Paris*) auf den Kopf 130—170, in Frankfurt a. M.**) 170—200, in Breslau***) 150 lit. kommen, dass also die Quantität des diesen Städten, welche übrigens alle schon Schwemmkanalisation mit Waters Closets haben, zur Verfügung stehenden Spülwassers bedeutend geringer ist, als dies jetzt schon in München der Fall, wo die Fäkalien noch nicht eingeleitet werden.

*) A. Durand-Claye, Assain. d. l. Seine. Paris 1885. pag. 1.

**) V. f. öff. Ges. 1889. Heft 1. pag. 72.

***) Briefl. Mitteilg. des Magistrates von Breslau, nach welcher im Jahre 1888 16328 296 cbm oder durchschnittlich in 24 Stunden 44735 cbm nach den Rieselfeldern gepumpt wurden.

Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar.

Wie ich weiter oben auseinandergesetzt habe, werden bis auf den grössten Theil der Fäkalien alle Abfallstoffe und Abwässer Münchens der Isar zugeführt, wozu theils das Kanalsystem, theils die von dem Hauptstrom abgezweigten und zu ihm wieder zurückkehrenden Stadtbäche dienen. Es wird daher das Wasser der Isar bei ihrem Lauf durch München allmählig verunreinigt, was durch die chemische Analyse und die bakteriologische Untersuchung leicht nachzuweisen ist.

Den grössten Theil der Verunreinigungen erhält der Fluss durch den Hauptauslass hinter der Max-Josef-Brücke und 0,9 km weiter unterhalb durch den Eisbach. Das Bett des Eisbaches, welcher im spitzen Winkel von etwa 30° in die Isar einmündet, liegt bedeutend höher als das der Isar, wodurch es bedingt wird, dass der mit starkem Gefäll und grosser Gewalt herabstürzende Bach die kurz vorher in die Isar eingeleiteten Sielwässer mit dem Flusswasser vollständig vermischt.

Die letzte von München herrührende Verunreinigung erhält die Isar durch den 12,5 km unterhalb München (von der Maximiliansbrücke aus gerechnet) einmündenden Schwabingerbach. Obwohl derselbe noch Abwässer aus der bei München liegenden kleinen Stadt Schwabing erhalten hat, ist doch sein Wasser bei dem vielfach gewundenen Lauf des Baches

bis zu seiner Einmündung wieder so weit gereinigt, dass ein irgendwie erheblicher Einfluss auf das Isarwasser durch ihn nicht hervorgerufen wird.

Um über den Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar klar zu werden, war es bei den vorliegenden Verhältnissen nothwendig, Proben des Wassers oberhalb, innerhalb und unterhalb der Stadt chemisch und bakteriologisch zu untersuchen, was ich bei verschiedenen Witterungs- und Wasser- verhältnissen ausgeführt habe. Die Proben wurden von mir persönlich geschöpft und grösstenteils aus der Mitte des Flusses entnommen. Da es wegen der starken Gefälle der Isar unmöglich ist, den Fluss mit kleineren Kähnen zu be- fahren, wurden mir vom Kgl. Flussbauamte in dankenswerther Weise Bote mit geschulten Ruderern für meine Untersuch- ungen zur Verfügung gestellt.

Die zur bakteriologischen Untersuchung benützten Wasser- proben wurden in der von Flüggé*) angegebenen Weise in Glaskugeln unter Berücksichtigung der notwendigen Cautelen aufgefangen.

Bei dem oft stürmischen Wetter war es nicht möglich, die Spitze der Glasröhre in einer Weingeist- flamme abzuschmelzen; daher wurden die kleinen Apparate mit kurzen Stücken Gummischlauch, in deren eines Ende ein Glasstab eingefügt war, ver- schlossen. Die zum Verschluss dienenden Schläuche waren vorher in kleinen mit Wattestopfen verschlo- senen Probierröhrchen im strömenden Dampf steri- lisirt worden.

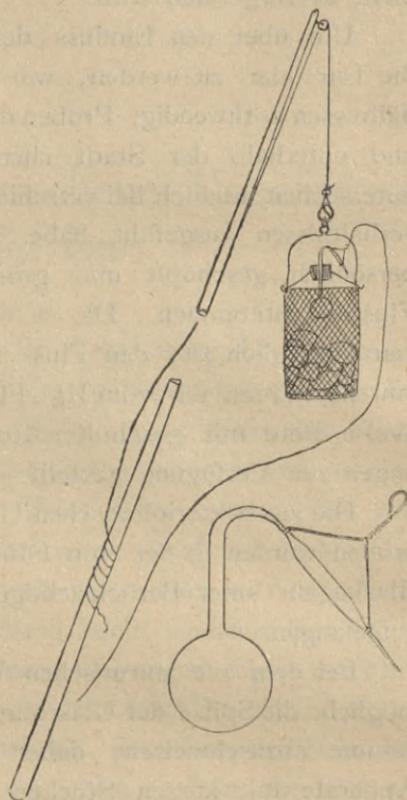
In einzelnen Fällen habe ich die Proben zur bakteriologischen Untersuchung in 1—2 m Entfernung vom Ufer genommen und mich hiezu eines Apparates bedient der mir sehr gute Dienste geleistet und den ich deshalb hier kurz beschreiben möchte.



*) Die Mikroorganismen 1886, pag. 622.

An einer 2 meter langen Stange ist an dem einen Ende eine Rolle angebracht, über welche ein Strick gleitet, an dem ein Karabiner befestigt ist.

Dieser Karabiner kann an ein Drahtkörbchen gehakt werden, welches zur Aufnahme des für die Wasserprobe bestimmten Kugelapparates dient. Der Drahtkorb wird oben durch ein charnierartig befestigtes Blech verschlossen, das in seiner Mitte kreisförmig ausgeschnitten ist. Die nach der von Flügge angegebenen Weise vorzubereitenden Glaskugeln haben jedoch statt des Capillarrohres eine Glasröhre mit engem Lumen, welche, wie in beistehender Zeichnung angegeben, ausgezogen und gebogen werden muss, an deren Ende eine Drahtöse befestigt ist. Das Glasrohr



darf jedoch erst in der leuchtenden Flamme des Bunsenbrenners gebogen werden, nachdem die Kugel durch Auskochen luftleer gemacht ist, weil andernfalls beim Auskochen des Wassers der Dampf nicht leicht genug ausströmen kann und die Glaskugel zersprengt.

Bei dem Gebrauch wird um das Glasrohr ein in der Mitte durchbohrter und an der einen Seite aufgeschnittener Gummistopfen gelegt, mittels welchem dann die Kugelhöhle in den Blechdeckel des Korbes eingefügt wird. Der Korb

wird mit Steinen gefüllt und an dem Strick in das Wasser bis zu beliebiger Tiefe eingesenkt; ein kräftiger Zug an einem zweiten Bindfaden, der an der Drahtöse angebunden ist, bricht die Spitze der Glasröhre ab, wodurch sich die Kugel mit Wasser füllt.

Das Wasser der Isar oberhalb der Stadt ist bei trockener Witterung von einer klaren hell blaugrünen Farbe. Nach Regengüssen oder zur Zeit der Schneeschmelze nimmt das Wasser eine graugelbliche Färbung an. Seine Temperatur ist meist ziemlich niedrig, und ist nach den an 2 Tagen jeden Monats morgens und abends ausgeführten Messungen des Stadtbauamtes in den letzten Jahren nicht über 17,5^o hinaus gestiegen.

Die folgende Tabelle ist nach diesen Messungen zusammengestellt und enthält für die einzelnen Monate des Jahres 1888 die beobachtete Maximal- und Minimaltemperatur, sowie das Mittel aus den einzelnen notirten Morgen- und Abendtemperaturen.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Maximum	+ 1,4	+ 2,4	+ 2,5	+ 10,2	14,5	15,2	17,5	16,4	14,5	11,8	7,9	4,5
Minimum	- 1,0	+ 0,2	- 4,8	+ 6,5	8,8	11,5	11,1	13,5	10,3	5,8	4,6	1,6
Mittel	+ 0,6	+ 1,4	+ 0,5	+ 7,8	11,5	12,7	14,0	14,3	12,5	8,9	6,3	3,6

Ueber die Zusammensetzung des Wassers sind schon einzelne Analysen vorhanden. Wittstein*) fand in dem oberhalb der Stadt geschöpften Wasser folgende Werthe:

*) Brunner und Emmerich, d. chem. Veränd. d. Isarwassers, pag. 26.

Quantitative Zusammenstellung des Abdampfrückstandes.

Bestandteile	In 1000 gr Isarwasser	Prozente der festen Stoffe
Chlornatrium	0,00163	0,737
Kali	0,00413	1,832
Natron	0,00569	2,524
Kalk	0,07830	34,737
Magnesia	0,01574	6,982
Eisenoxyd	0,00030	0,133
Phosphorsäure	0,00026	0,115
Kieselsäure	0,00236	1,029
Kohlensäure	0,04955	21,981
Organische Substanz .	0,03962	17,576
Gesamtmenge des fe- sten Rückstandes .	0,22543	100,000

Emmerich*) fand bei zwei am 21. II. 1875 (nach vorausgehender Trockenheit) und am 9. IV. 1875 (bei Hochwasser) angestellten Analysen folgende Zahlen:

Isar oberhalb München.

Datum	Abdampf- rückstand	Löschungs- rückstand	Kalkgehalt	Kohlen- säure	Chlorge- halt	Salpeter- säure	Organische Substanz	Suspendirte Teile
21./II.75	0,2195	0,0745	0,0809	0,0820	0,0014	0,0005	0,0194	0,0027
9./IV.75	0,2103	0,0716	0,0696	0,0590	0,0011	0,0001	0,0265	0,0280

Die Resultate meiner Untersuchungen des Isarwassers oberhalb der Stadt sind die folgenden:

*) Brunner und Emmerich, d. chem. Veränder. d. Isarwassers, pag. 36 und 37.

Datum	Stunde	Temperatur		Oxydirbarkeit				Chlor	Trockenrückstand	N ₂ O ₃	N H ₃	Bakterien pro cbcm
		d. Luft	d. Wassers	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen						
24./XI. 1887												261
12./I. 1889	2 Nchm.	-3°		0,76	3,02	15,10	3,3	0,2088	o	o		134
26./I. 1889	2,30 Nchm.	-2,5°		0,78	3,09	15,45	4,5	0,2100	o	o		303
14./II. 1889	2 Nchm.	0°	-0,5°	1,12	4,424	22,12	3,08	0,2140	o	o		193
28./II. 1889	"		+1°	2,04	8,06	40,30	3,68	0,2180	o	o		531
1./VI. 1889	2,30 Nchm.	25°	+19°	1,06	4,17	20,85	4,28	0,2056	Spuren	o		406

Das vor dem Eintritt in die Stadt völlig reine und bakterienarme Wasser wird nun durch die verschiedenen, die Abfallstoffe Münchens mit sich führenden Zuflüsse erheblich verunreinigt. In welchem Grade dies geschieht und inwieweit sich die Isar unterhalb München der empfangenen Verunreinigungen entledigt, in welcher Weise der Prozess der Selbstreinigung vor sich geht, davon entwerfen die hier folgenden Untersuchungen ein deutliches Bild.

Bakteriologische Untersuchung von Wasserproben vom linken Isarufer, 13. XI. 87, bei trockenem Wetter.

Ort der Entnahme	Bakterien pro cbcm
10 m vor Einfluss des Kanals	1171
5 „ nach „ „ „	227368
100 „ „ „ „ „	38169
150 „ „ „ „ „	33589
800 „ „ „ „ „	17196
Eisbach, 20 m vor Einmündung in die Isar	3048

*Bakteriologische Untersuchung von Isarwasser vom linken Ufer,
24. XI. 87, bei trockenem Wetter.*

Ort der Entnahme.	Bakterien pro cbcm
Oberhalb München	261
Hinter der Eisenbahnbrücke	799
Hinter der Fraunhoferbrücke	397
50 m vor Einmündung des Kanals	1339
Kanalwasser, direkt aus dem Ausfluss in die Isar	121861
150 m hinter dem Kanal	33459
40 m vor dem Eisbach	3658
50 m hinter dem Eisbach	2692
Vor Föhring	2084
Aus dem Eisbach, 20 m vor seinem Einfluss in die Isar	2800

*Bakteriologische Untersuchung von Wasserproben vom rechten
Isarufer, 17. XII. 87, bei trockenem Wetter.*

Ort der Entnahme	Entfernung von München	Bakterien pro cbcm
Vor dem Hauptkanal	2,1 km	2050
Hinter demselben	2,3 „	3299
Nach Einmündung des Eisbaches	3,2 „	2521
Oberföhring	4,4 „	1001
Unterföhring	7,0 „	1205
Zwischen Unterföhring und Ismaning	10,0 „	871
Ismaning	13,0 „	1187

Datum	Bei trockenem Wetter	mg pro Liter							
	Ort der Entnahme	Trockenrückstand	Oxydirbarkeit			NH ₃	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	Cl
			Verbrauch an O	Verbrauch an K, Mn, O ₄	Berechn. auf org. Substanzen				
13. I. 1888	50 Schritt oberhalb des Kanaleinflusses (von einem Kahne aus)	212,8	2,88	11,4	57,0	—	0	—	1,01
	50 Schritt nach Einfluss des Kanals am Wehr (von einem Kahne aus)	258,0	6,78	26,8	134,0	0,085	0	9,345	5,05
	Kurz vor der Einmündung des Eisbaches	230,0	2,28	9,04	45,2	0,06	0	4,398	3,03
	Eisbach	214,4	2,41	9,20	47,0	0,07	0	4,765	2,02

atum	Stunde	Ort der Entfernung	Entfernung von Münden	Höhe des Wasserstandes	Temperatur		mg pro Liter				Bakteriengehalt				
					der Luft	des Wassers	Oxydirbarkeit		Chlor	Abdampfdruckstand		NH ₃	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	
							Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄							Organische Substanzen
26. III. 1888	Von 8 — 9 Uhr	Hinter der Bogenhauserbrücke	1 km	3,84 m	+4°	+6,5	2,4	9,5	47,3	4,65	230,0	0	0	Spur	27247
		50 Schritt hinter der Einmündung des Eisesbaches	3,1 "		"	"	3,09	12,21	61,05	5,14	228,8	0	0	"	35970
		Oberföhring	4,4 "		"	"	3,93	12,03	60,15	3,43	228,4	0	0	"	32248
		Zwischen Ober- und Unterföhring	5,5 "		"	"	2,93	11,62	55,31	3,92	250,0	0	0	"	80536
		Unterföhring	7,0 "		"	"	3,09	12,21	61,05	4,65	242,0	0	0	"	32960
		Zwischen Unterföhring und dem Ziegelstadel	8,5 "		"	"	2,678	10,60	53,00	3,92	232,0	0	0	"	25630
		Ziegelstadel	10,0 "		"	"	2,173	8,603	43,00	3,18	222,0	0	0	"	17508

An den beiden vorhergehenden Tagen Regen.

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Entfernung v. München		Oxydirbarkeit			Chlor	Abdampfdruckstand	NH ₃	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	Bakterien pro cbcm.
			km	cm	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen						
14. VI. 1888.	7,15	Hauptziel, kurz vor Einlauf in die Isar . . .	2,1	30	50,36	203,5	1017,5	34,87	712,0	4,0	+	2,4	268006
	Zwischen	Hinter der Bogen- hauserbrücke .	1,0	—	1,269	5,129	25,645	0,93	200,0	0	+	0,97	831
	7,15	Nach Einfluss des Eisbaches . .	3,1	—	2,425	9,803	49,015	0,93	202,0	0	+	0,8	2887
	8,15	Zwischen Eisbach und Oberföhring	4,0	—	2,610	10,55	52,75	0,89	202,2	0	+	0,96	3665
	vormittags.	Oberföhring . .	4,4	—	1,831	7,399	36,995	1,62	196,4	0	+	0,72	3448
		Zwischen Ober- föhring u. Unter- föhring . . .	5,5	—	1,236	4,995	24,97	1,39	191,2	0	+	0,8	1613
		Unterföhring . .	7,0	—	0,806	3,259	16,29	1,15	181,0	0	+	0,8	2086
		Hinter d. Ziegel- stadel . . .	10,0	—	0,839	3,392	16,96	1,39	191,8	0	+	0,8	2197

An den vorhergehenden Tagen Regen.

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Entfernung von München	Höhe des Wasserstandes	pro Sekunde		Temperatur		Oxydirbarkeit			Abdampf- rückstand	NH ₃	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	Bakterien pro cbcm		
					Geschwindig- keit	Cubikmeter	der Luft	der Kanalluft	des Wassers	Verbrauch an O	Verbrauch an KMnO ₄						Organische Substanzen	Chlor
5. VII. 1888	7,10	Hauptstiel, kurz vor Einlauf in die Isar.	2,2	30	0,909	0,276	—	15°	16,5	57,16	225,0	1125,0	34,21	728,4	3,5	—	1,14	278401
	Zwischen 7,15 und 8 Uhr vormittags	Hinter der Bogenhau- serbrücke	1,0	185,4	2,55	—	14°	—	11°	4,729	18,41	93,05	1,63	195,2	0	—	0,48	2356
		Nach Einfluss des Eis- baches	3,1	—	—	—	—	—	—	2,417	9,507	47,53	1,63	199,6	0	—	0,60	2001
		Zwischen Eisbach und Oberföhring	4,0	—	—	—	—	—	—	2,450	9,641	48,20	1,39	201,6	0	—	0,52	1964
		Oberföhring	4,4	—	—	—	—	—	—	2,381	9,373	46,85	1,63	199,2	0	—	0,60	1433
		Unterföhring	7,0	—	—	—	—	—	—	2,348	9,239	46,19	1,63	208,0	0	—	0,56	3368
		Zwischen Unterföhring u. dem Ziegelstadel.	8,5	—	—	—	—	—	—	2,348	9,239	46,19	1,39	198,0	0	—	0,68	2301
		Hinter d. Ziegelstadel	10,0	—	—	—	—	—	—	2,722	10,071	50,35	1,63	192,0	0	—	0,60	2430

Bei trockenem Wetter.

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Entfernung von München	Höhe des Wasserstandes	pro Sekunde		Temperatur			Oxydirbarkeit			Chlor mg	Abdampfdruckstand	N H ₃	N ₂ O ₃	Bakterien pro cbcm		
					Geschwindigkeit	Cubikmeter	der Luft	der Kanalluft	des Wassers	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen							
I. XII. 88.	7,30	Bogenhauser-Brücke	1	3,95	m	34,0	+0,5	—	—	—	1,21	4,78	23,90	2,8	242,0	0	0	12610	
		Hauptziel, kurz vor Einfluss in die Isar.	2,2	25	0,839	0,196	+0,5	+10 ⁰	14,0 ⁰	—	37,21	147,1	735,5	41,2	799,6	stark	stark	179700	
		Isar, cc. 100 m hinter der Einmündung des Eisbaches	3,3	—	—	—	—	+1,5	+4,5	—	1,67	6,61	33,05	3,7	246,8	0	0	27870	
		Oberröhrling	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27170
		Oberröhrling	4,4	—	—	—	—	—	—	—	1,58	6,25	31,25	3,9	240,0	0	0	27730	
		Oberröhrling	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20120
		Oberröhrling	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18180
		Oberröhrling	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19310
		Oberröhrling	8	—	—	—	—	—	—	—	1,26	4,96	24,80	3,6	245,6	0	schwach	schwach	20600
		Oberröhrling	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17920
		Oberröhrling	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17080
		Oberröhrling	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17420
		Oberröhrling	13	—	—	—	—	—	—	—	1,35	5,33	26,65	3,0	240,8	0	schwach	schwach	19050

Datum	Stunde	Ort der Entnahme	Entfernung von München	Höhe d. Wasser- standes	pro Sekunde		Temperatur			Oxydirbarkeit			Chlor	Abdampfückstand	N H ₃	N ₂ O ₃	Bakterien pro cbcm	
					Geschwindig- keit	Cubikmeter	der Luft	des Wassers	der Kanalluft	Verbrauch an O	Verbrauch an K Mn O ₄	Organische Substanzen						
12. I. 13. I. 1889	2 Uhr 8,30 9,00	Isar, oberhalb München Hinter d. Bogenhauser- brücke Hinter d. Einmündung des Eisbaches Ismanning Erching Freising	— 1,0 3,1 13,0 22 33	4,19 — — — — —	1,48 — — — — —	35,57 — — — — —	—4,5° — — — — —	+2,5° — — — — —	— — — — — —	0,76 3,2 2,69 2,78 1,43 1,47	3,02 12,64 10,64 10,99 5,66 5,82	15,10 63,20 53,20 54,95 28,30 29,10	3,3 4,38 5,1 4,5 4,5 3,9	0,2088 0,2504 0,2600 0,2568 0,2524 —	0 0 0 Spur 0 0	0 0 0 Spur 0 0	134 10420 14850 9396 4863 3221	
Trockenes Wetter.																		
26. I. 27. I. 1889	2,30 8—9 8,50	Isar, oberhalb München Kanalw. Hauptstiel Kö- niginstrasse An der Bogenhauser- brücke Hinter d. Einmündung des Eisbaches Ismanning Erching Freising	— 2,2 1,0	0,30 0,30 4,21	0,82 — 1,3	0,25 — 30,6	— — ±0°	— — +2°	— 60,06 2,1	3,09 239,4 8,30	15,45 1197,0 41,50	4,5 48,0 5,4	0,2100 0,7324 0,2486	0 ++ 0	0 ++ 0	0 0 0	303 — 10830	
9,30	Hinter d. Einmündung des Eisbaches Ismanning Erching Freising	3,1 13,0 22 33	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	2,91 2,26 — 1,37	11,50 8,98 — 5,42	57,50 44,90 — 26,10	5,7 4,8 — 4,5	0,2552 0,2560 — 0,2628	Spur 0 — 0	0 — — Spur	0 0 — Spur	17210 8691 7765 6891		
Am vorhergehenden Tage: wenig Schnee.																		
10. II. 1889	8—9 8,30	Kanalw. Hauptstiel Kö- niginstrasse An der Bogenhauser- brücke Hinter d. Einmündung des Eisbaches Ismanning	2,2 1,0	0,30 4,16	— 1,26	— 31,4	— —2,5°	10° ±0	+5° —	77,2 1,89	304,8 7,46	1524,0 37,30	56,8 4,8	0,8496 0,2312	stark 0	stark 0	181500 13110	
9,00	Hinter d. Einmündung des Eisbaches Ismanning	3,1 13,0	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,09 1,53	8,26 6,04	41,30 30,15	5,1 5,0	0,2372 —	0 0	0 0	12635 7230		

Meine Untersuchungen habe ich bis Freising ausgedehnt, woselbst die Isar von München aus eine Strecke von 33 km zurückgelegt hat. Ich habe dieselben, wie aus den Tabellen ersichtlich, bei verschiedenen Witterungsverhältnissen in allen Jahreszeiten ausgeführt und damit zeigen können, dass die Isar zwar durch die Abwässer Münchens verunreinigt wird, dass aber der Grad der durch die chemische Analyse nachzuweisenden Verunreinigung kein bedeutender, und dass in Freising, dem Endpunkt der von mir untersuchten Strecke, das Wasser, wenn auch nicht ebenso rein wie oberhalb München, so doch eine Beschaffenheit wieder erlangt hat, welche es in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung als unbedenklich erscheinen lässt.

Es wäre möglich, dass mir eingeworfen würde, ich hätte vielleicht gerade immer in Freising Proben von Isarwasser geschöpft, welches während der Nachtzeit München passirte und das demnach bei der bedeutend geringeren Menge von Verunreinigungen, welche während der Nacht der Isar zufließen, dementsprechend rein gewesen wäre. Um diesen Einwand zu entkräften, war es nöthig, am selben Tage zu verschiedenen Zeiten Proben zu schöpfen und zu untersuchen. Da ich dies wegen der weiten Entfernung Münchens von Freising nicht persönlich ausführen konnte, ersuchte ich den Direktor der bei Freising gelegenen landwirtschaftlichen Zentralschule Weihenstephan, Herrn Prof. Dr. Lintner, die betreffenden Analysen ausführen zu lassen. Herr Dr. Ulsch, Assistent am chemischen Laboratorium, hat die einschlägigen Untersuchungen gemacht und mir darüber folgende Resultate mitgetheilt:

1) Untersuchung von Isarwasser.

Samstag, den 9. März 1889, wurden bei Freising am linken Ufer der Isar im ganzen drei Wasserproben genommen.

*) Herrn Prof. Lintner sowie Herrn Dr. Ulsch sage ich auch an dieser Stelle für ihre freundliche Unterstützung meinen Dank.

Die Stelle der Probenahme befindet sich ca. 150 m oberhalb der Brücke; das Wasser war daselbst in lebhaft strömender Bewegung. Es erfolgte je eine Probenahme:

I. Morgens 8 Uhr, II. Nachmittags 2 Uhr, III. Abends 6 Uhr.

Der Wasserstand war niedrig und erhielt sich am genannten Tage so gut wie unverändert.

Alle 3 Wasser zeigten sich unmittelbar nach der Probenahme fast klar; die geringe Trübung war sichtlich zum grösseren Teil durch suspendirte organische Substanzen verursacht. Alle Wasser waren frei von unangenehmem Geruch oder Geschmack, und beim Stehen klärten sie sich bald vollkommen. Der dabei entstehende Absatz war in Wasser Nr. III etwas stärker als in I und II.

Fester Rückstand aus 1 Liter Wasser:

Nr. I	Nr. II	Nr. III
0,258	0,252	0,252 gr.

Die Bestimmung der organischen Substanz (Oxydirbarkeit) wurde genau nach der Methode von Kubel ausgeführt (Kubel-Tiemann, Wasseruntersuchung, 2. Aufl. Seite 104).

Gesamtverbrauch an Chamäleonlösung:

Nr. I	Nr. II	Nr. III
9,6	9,5	10,1 Ccm.

(10 Ccm. $\frac{1}{100}$ Norm.-Oxalsäure erfordern 8,4 Ccm. Chamäleonlösung zur Oxydation).

Der Chlorgehalt sämtlicher Proben ist so gering, dass von einer quantitativen Chlorbestimmung vorerst abgesehen werden musste, immerhin trat die Chlorreaction in Wasser Nr. III stärker auf als in I und II.

Salpetrige Säure enthielten alle drei Wasser nur spurenweise.

Ammoniak war in allen Proben nachweisbar, am deutlichsten in Nr. III.

Salpetersäure. Alle drei Proben gaben nur schwache Reaktion.

2) Untersuchung von 3 Proben Isarwasser.

Die Probenahme erfolgte durch Dr. Ulsch unter Beihilfe des Laboratoriumdieners an gleicher Stelle und in derselben Weise wie am 9. März d. Js. und zwar zu folgenden Zeiten:

- Nr. I d. 25. Mai 1889, Abends 8 Uhr,
 Nr. II d. 27. Mai 1888, Nachts $\frac{1}{2}$ 12 Uhr,
 Nr. III d. 28. Mai 1889, Morgens $\frac{1}{25}$ Uhr.

Von der ersten bis letzten Probenahme war der an und für sich ziemlich hohe Wasserstand um etwa 9 cm gesunken. Sämmtliche Proben waren stark getrübt und klärten sich beim Stehen langsam unter Absatz von viel organischer Substanz.

Wasser	Nr. I	Nr. II	Nr. III
Fester Rückstand			
aus 1 Liter:	0,220	0,224	0,228
Chlor:	Spuren	Spuren	deutlichere Reaction
Salpetrige Säure:	Keine R.	Keine R.	Keine R.
Salpetersäure:	Keine R.	schwache R.	schwache R.
Ammoniak:	Keine R.	Spuren	Spuren
Verbrauch von Chamäleon- lösung	} : 10,5	} : 10,7	} : 10,6 Ccm.

NB! Die Bestimmung der organischen Substanz (Oxydirbarkeit) wurde ebenso ausgeführt wie bei den früheren Untersuchungen. Zur Oxydation von 10 Ccm. der $\frac{1}{100}$ Norm.-Oxalsäure waren diesmal erforderlich: 9,8 Ccm. Chamäleonlösung.

Es haben somit diese Analysen gezeigt, dass ein irgendwie erheblicher Unterschied in der Zusammensetzung der zu

verschiedenen Tageszeiten bei Freising geschöpften Wasserproben nicht vorhanden ist.

Ich habe hier nun noch drei Analysen von bei Freising resp. dem unterhalb Freising gelegenen Moosburg geschöpften Isarwasser, welche vor 3 Jahren von dem Assistenten der Untersuchungsstation des hygienischen Instituts München, Herrn Dr. S e n d t n e r, ausgeführt und mir gütigst zur Verfügung gestellt wurden, mitzuteilen.

(Siehe Tab. nebenan.)

Auch diese Analysen bestätigen, dass die chemische Zusammensetzung des Isarwassers bei Freising zu hygienischen Bedenken keinerlei Anlass gibt.

Was nun den Gehalt des Wassers an Bakterien betrifft, so ist dieser ja am ehesten geeignet über den Grad der geschaffenen Verunreinigung, wie er durch die Zufuhr sämtlicher Haus-, Gewerbe- und Strassen-Abwässer Münchens hervorgerufen wird, ein Urtheil zu fällen.

Berücksichtigt man, dass durchschnittlich bei trockenem Wetter dieselben Mengen Kanalwasser abgeführt werden, so muss bei niedrigen Pegelständen die Verunreinigung

des Flusses eine verhältnismässig grössere sein als bei Hochwasser und demgemäss auch der Bakteriengehalt höher

Zeit der Probeentnahme	Ort der Probeentnahme	pro Liter										Temperatur		Aeusserer Beschaffenheit
		Abdampf- rückstand mg	Gilbverlust	Kalk Ca O	Chlor	Oz. Oxydation d org. Substanz	NH ₃	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	SO ₃	Wasser	Luft		
22. VI. 85	Freising	192	—	64,26	3,0	1,815	0	0	0	17,85	14,4	+10	schwach trübe, susp. Sandteilchen	
27. " "	"	206	34	66,57	2,5	0,968	"	"	"	13,7	15,6	+19,6	"	
" "	Moosburg	204	36	65,52	2,5	1,089	"	"	"	16,5	15,6	—	"	

ansteigen. Daher finden wir auch im allgemeinen bei hohen Pegelständen weniger Bakterien als bei niederen. Dass dies nicht regelmässig zu konstatiren, hat seinen Grund darin, dass die Verhältnisse hier ziemlich kompliziert liegen und der Keimgehalt des Wassers auch noch von anderen Momenten, z. B. der Temperatur, den vorausgegangenen Niederschlägen u. s. w. abhängig ist.

Als Gesamtergebniss ist jedenfalls aus den oben zusammengestellten Zahlen zu entnehmen, dass der Bakteriengehalt des Isarwassers verhältnismässig nur wenig ansteigt und nach kurzem Lauf des Flusses stets wieder abnimmt, wodurch ein weiterer Beweis gegeben, dass der Fluss in relativ kurzer Zeit sich der empfangenen Verunreinigungen grossentheils entledigt.

Bei einer analogen, von Frank ausgeführten Untersuchung über die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin in bakteriologischer und chemischer Hinsicht*) war die Zahl der in der Spree gefundenen Bakterien in allen Fällen ein ganz bedeutend höherer.

Die Zahlen der von Rosen berg**) veröffentlichten Arbeit über die Bakterien des Mainwassers oberhalb und unterhalb Würzburg sind zum Vergleich nicht gut zu benützen, da nur an einer Stelle unterhalb der Stadt Proben entnommen wurden und aus der Beschreibung nicht zu ersehen ist, ob an derselben das Kanalwasser mit dem Flusswasser schon vollständig vermischt war.

*) Zeitschr. f. Hyg. Bd. III. pag. 355.

**) Archiv f. Hygiene Bd. V. pag. 446.

Über die Einführung der Fäkalien in die Münchener Kanäle.

Die zu verschiedenen Jahreszeiten und bei ungleichen Witterungsverhältnissen ausgeführten Untersuchungen der Isar oberhalb und unterhalb München, nachdem sie alle Abwässer der Stadt aufgenommen, zeigt deutlich, dass man zwar den Einfluss dieser Aufnahme stets eine Strecke lang noch weiter nachweisen kann, dass jedoch bislang der Grad der Verunreinigung bei weitem nicht ein solcher, dass irgend welche Bedenken aus der Einleitung der Kanalwässer in den Fluss erhoben werden könnten.

Es liegt nahe, daran die Frage zu schliessen, welche Zustände eintreten würden oder werden, wenn man auch in München die Fäkalien durchweg in die Kanäle einzuführen sich entschliessen wird. Ich halte es für zweifellos, dass dies in nicht allzulanger Zeit geschehen wird und möchte deshalb diese Frage hier etwas näher erörtern.

Dass es wirklich ein Bedürfniss und für die Einwohnerschaft Münchens von Vortheil sein würde, wenn mit dem jetzigen System der Fortschaffung der Fäkalien gebrochen und die allgemeine Abschwemmung der Fäkalien durch die Kanäle eingeführt würde, kann nicht bezweifelt werden.

Bei der grossen Menge von Erfahrungen, welche über die verschiedenen Methoden der Beseitigung der Fäkalien

vorliegen, steht es heute absolut fest, dass für grössere Städte einzig und allein Waterclosets, welche mit den Kanälen in Verbindung stehen, anzustreben und einzuführen sind. Gegen diesen Satz wird man um so weniger opponiren können, als ja nunmehr wohl sämtliche grössere Städte Deutschlands dieses System eingeführt haben und die Erfahrung gelehrt hat, dass bei richtiger Ausführung desselben irgend welche Schäden oder Nachteile in sanitärer Beziehung nicht entstehen können.

Ebenso günstig sind die Resultate in England, wo bekanntlich seit längerer Zeit als bei uns die Water Closets in Verbindung mit Schwemmkanalisation eingeführt sind.

Was die jetzt in München übliche Beseitigung der Fäkalien betrifft, so möchte ich auf dieselbe nicht näher eingehen. Wer Gelegenheit gehabt hat, sie kennen zu lernen und sich von den zahllosen Misständen der meist schlecht oder gar nicht verschlossenen und nicht gehörig ventilirten Abtrittsröhren mit der dadurch bedingten Verpestung der den Abtritten benachbarten Wohnräume zu überzeugen, der wird den die Wohnungen vor üblen Gerüchen schützenden, in hygienischer Beziehung als vorzüglich anerkannten Water Closets den Vorzug geben.

Auch die vielen Unzuträglichkeiten der zu allen Tageszeiten stattfindenden Grubenräumungen mit nachfolgendem überirdischen Transport der Fäkalien sind einer Grossstadt absolut unwürdig. Man kann hier in München jederzeit bemerken, dass eine völlig saubere, geruchlose Fortschaffung der Fäkalien auf diesem Wege einfach unmöglich und muss daher mit diesem System gebrochen werden.

Eine eingehende Erörterung des technischen Theiles der Frage ist nicht Sache dieser Arbeit und wäre nur zu erwähnen, dass bei Anlage der neu erbauten Kanäle*) die

*) Eine von Wolffhügel (Ztschr. f. Biol. Bd. 11, pag. 459) ausgeführte Untersuchung über die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle ergab

eventuelle Aufnahme von Fäkalien berücksichtigt worden ist und dass Münchens reiche Wasserversorgung die Durchführung dieses Projektes sehr erleichtern wird. Auch ist in neuerer Zeit besonders in Erwägung der später einzuführenden Fäkalienabschwemmung eine Spülgalerie erbaut worden, deren Fassungsraum einen Inhalt von rund 1 800 000 Liter hat, wodurch eine ausgiebige Spülung des ganzen Kanalsystems gesichert ist.

Wenn nun auch gegen die Einrichtung von Water Closets und das Abschwemmen der Fäkalien in den Kanälen mit den Haus-, Strassen- und Fabrikabwässern zusammen kaum ein stichhaltiger Grund wird angeführt werden können, so wird doch das Ableiten dieses Kanalwassers in die Isar auf mannigfachen Widerstand stossen.

Die erste starke, allgemeine Opposition gegen die Einführung von Kanalwässern, vorzüglich solcher mit Fäkalien in die Flüsse hat sich in England vor 30—40 Jahren erhoben. Das Missverhältnis zwischen den durch die Kanäle in die Flüsse geschwemmten Massen und den Mengen des Flusswassers war die Ursache, dass Zustände hervorgerufen wurden, die in mannigfacher Beziehung unerträglich und für das allgemeine Wohl schädlich waren. Später ist auch in Deutschland der Kampf gegen das Einleiten von Fäkalien ein allgemeiner geworden.

Ein Gesetz gegen die Verunreinigung der Flüsse ist in Deutschland nicht vorhanden, dagegen ist in Preussen auf Grund eines von der Königlichen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen i. J. 1877 abgegebenen Gutachtens zunächst in Köln das Einleiten der Regen-, Haus- und Wirtschaftswässer sowie der menschlichen Excremente aus den

das günstige Resultat, dass die neueren Münchener Siele, soweit dies überhaupt möglich, undurchlässig hergestellt und dass die durch die Kanäle verursachte Verunreinigung des Bodens eine relativ geringfügige ist.

Wasser-Closets in den Rhein verboten worden. Späterhin sind von der preussischen Regierung ähnliche Verbote ergangen. In jüngster Zeit hat das Kaiserliche Gesundheitsamt mehrfach Gelegenheit gehabt, sich gutachtlich über die Frage der Flussverunreinigung zu äussern. In diesen von Renk ausgearbeiteten Gutachten*) ist das Einleiten von Excrementen in Flussläufe nicht prinzipiell als unstatthaft erklärt, sondern die Entscheidung von den lokalen Umständen, insbesondere dem Verhältnis der Sielwässer zum Flusswasser abhängig gemacht.

In München waren es vor allem die Landwirthe, welche die Opposition einleiteten und das Abschwemmen des Kanalinhaltens in die Flüsse als schwere Schädigung der Landwirtschaft und des nationalen Wohlstandes angriffen. Man unterliess es nicht, die aufgestellten Behauptungen durch Zahlen zu unterstützen, welche auf den ersten Blick imponieren mussten, aber nur theoretischen Werth hatten. Der in den Kanalwässern enthaltene Werth wurde auf das scheinbar genaueste berechnet und die Möglichkeit, die im Wasser enthaltenen Düngstoffe durch Anlage von Rieselfeldern und Reinigung der Siebwässer unter Verwendung der dadurch erhaltenen Rückstände der Landwirtschaft wieder ganz zuführen zu können, wurde als absolut sicher hingestellt.

Die seit jener Zeit angestellten, unendlich zahlreichen Versuche über Verwendung des Kanalinhaltens für landwirthschaftliche Zwecke haben deutlich gezeigt, dass die von seiten der Landwirtschaft erhobenen Einwände nicht stichhaltig, dass die ausgesprochenen Hoffnungen sich nicht erfüllt haben. So hat bei dem 1887 abgehaltenen Hygiene-Congress in Wien Frankland genauen Bericht gegeben über die vielfachen Erfahrungen, welche man in England mit der Verwerthung der menschlichen Excremente unter besonderer Berücksichtigung

*) Arb. a. d. Kais. Gesundh.-Amt Bd. V.

der Verhinderung der Flussverunreinigung gemacht hat und dabei unter anderen folgende (2 und 3) Thesen aufgestellt*):

„Die Verwerthung der menschlichen Abfälle entweder für sich oder in der Form von Kanaljauche ist mit sehr beträchtlichem Verluste verbunden. Nur in seltenen Fällen ist sie mit Gewinn ausgeführt worden.“

„Für Städte, welche nicht zu weit von der Küste entfernt sind, ist das mit den geringsten Kosten verbundene Verfahren die Entleerung der Kanaljauche in die See, wodurch auch die Flussverunreinigung hintangehalten wird.“

In Deutschland bestehen grössere Anlagen von Rieselfeldern in Berlin, Breslau und Danzig. Ueber die Berliner Rieselfelder werden vom Magistrat alljährlich Berichte ausgegeben, welche über die in Betracht kommenden Fragen genaue Auskunft geben. Nach denselben ist die Verzinsung des für die Rieselfelder und deren Verwaltung angewandten Kapitals keine günstige.

86/87**) verzinste sich die ganze Anlage auf rund $\frac{3}{4}\%$ und zwar ergaben die einzelnen Rieselgüter folgenden Zinsertrag:

Grossbeeren	0,96
Falkenberg	2,00
Malchow	1,33
Osdorf	0
Blankenfelde	0

In Breslau ist das der Stadt gehörige Rieselgut Oswitz einem Pächter zur Bewirtschaftung übergeben. Genaue Angaben über die prozentuale Verzinsung der ganzen Anlage sind nicht vorhanden, doch sollen die durch die Berieselungs-

*) VI. internat. Congress f. Hyg. u. Demographie. Arbeiten der hyg. Sekt. Heft No. III. pag. 35.

**) Bericht d. Deput. f. d. Verwaltg. d. Kanalisationswerke von April 1886 bis März 1887. Berlin 1887.

anlagen erwachsenen Mehrausgaben durch günstigere Erträge gedeckt werden.

In Danzig hat die Stadt einem Unternehmer auf 30 Jahre das unplanirte Terrain und die täglichen Kanalwässer überlassen, gegen Uebernahme der Verpflichtung, den Betrieb und die Unterhaltung des gesammten in der Stadt befindlichen Kanalsystems und der dazu gehörigen Pumpstation während dieser Zeit zu besorgen. Ueber die Kosten der jährlichen Bewirtschaftung wie über die Erträge der Rieselfelder ist dem Magistrat näheres nicht bekannt. *)

Weiterhin wurde die Hoffnung, die Rückstände, welche bei der Reinigung von Kanalwässern zurückbleiben, für die Landwirthschaft leicht und zweckmässig verwenden zu können, arg getäuscht.

Diese Methoden der Reinigung der Sielwässer und der Verwerthung der durch die Kanalwässer aus den Städten geschafften Stoffe für landwirtschaftliche Zwecke bestehen in der Behandlung der Kanalwässer mit Zusatz von Chemikalien, wodurch die im Wasser suspendirten und gelösten Stoffe zum grossen Theil niedergeschlagen werden sollen. Die gereinigten Wässer werden dann in die vorbeifliessenden Ströme, Bäche u. s. w. geleitet, während die Rückstände technisch verarbeitet zu Düngmitteln verwendet werden.

Es sind eine grosse Anzahl derartiger Methoden angegeben worden, welche in König's trefflichem Werke: „Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwässer“ näher ausgeführt sind. Auch liegen schon viele genaue Untersuchungen über die Zweckmässigkeit und die Erfolge solcher Klärvorrichtungen städtischer Abwässer vor. Nach diesen Untersuchungen kann kein Zweifel sein, dass man selbst die am stärksten verunreinigten Kanalwässer durch Zusatz von Fällungsmitteln von

*) Briefl. Mitteil. d. Magistrats d. Stadt Danzig.

den in ihnen enthaltenen Schmutzstoffen fast ganz befreien kann; es ist auch sicher, dass bei Anwendung des richtigen Klärmittels eine vollkommene Vernichtung der etwa vorhandenen pathogenen Keime erreicht werden kann. Ein derartiges Verfahren wird daher mit Vortheil überall anzuwenden sein und angewendet werden müssen, wo eine anderweitige Abführung der städtischen Abwässer, ohne dass hygienische Schäden zu befürchten sind, nicht möglich ist.

Andererseits spricht jedoch gegen eine allgemeine Verbreitung einer derartigen Reinigung der hohe Preis der Einrichtung und des Betriebs derselben.

Die Städte Frankfurt *), Wiesbaden, Essen und Halle haben über die bei ihnen ausgeführten und in Betrieb befindlichen Klärvorrichtungen städtischer Abwässer durch die diesen Einrichtungen vorstehenden Ingenieure auf der vierzehnten Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Frankfurt a. M. berichten lassen, und stellen sich nach den dort gemachten Angaben die Gesamtausgaben der Reinigung der Abwässer (Betriebskosten, sowie Zinsen und Amortisation der Anlagen) pro Kopf der Bevölkerung jährlich auf

1	Rm. in Frankfurt a. M.
0,79	„ „ Wiesbaden,
0,62	„ „ Essen,
0,83	„ „ Halle,

so dass also der Stadt München eine derartige Einrichtung jährlich zum mindesten 2—300 000 Rm. kosten würde, da durch die reiche Spülung der Münchener Kanäle deren Inhalt bedeutend verdünnt wird.

Ueber die Verwerthung des Schlammes sprachen sich die Berichterstatter obiger Städte nicht sehr günstig aus; eine wesentliche Verringerung der Betriebskosten durch den Ertrag

*) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öff. Ges. Bd. 21 pag. 71.

des zu verkaufenden Schlamms scheint nach den bisherigen Erfahrungen ausgeschlossen zu sein.

Auf die Erklärung der nunmehr festgestellten Thatsache, dass die Verwerthung der in den Kanalwässern enthaltenen Düngstoffe ein zumeist sehr unrentables Unternehmen ist, will ich hier nicht näher eingehen, da ja die Gründe hiefür in letzter Zeit des öfteren genügend auseinandergesetzt wurden. *)

Als bedeutend wichtiger ist zu erörtern, ob durch die Einleitung der Fäkalien in die Isar sanitäre Schäden zu befürchten sind.

Dies könnte der Fall sein, wenn infolge zu geringer Wassermenge und zu schwachen Gefälls ein Stagniren der abgeschwemmten Sielwässer möglich wäre. Wie wir jedoch oben bei Beschreibung der Isar ausgeführt haben, liegen hier die Verhältnisse ungemein günstig. Die Geschwindigkeit des Laufes und die Menge des Isarwassers ist sehr beträchtlich und besonders in den Sommermonaten verfügt der Fluss über eine solche Quantität Wasser, dass ein längerer Aufenthalt der eingeschwemmten Fäkalien ganz ausgeschlossen ist. Damit ist München aber auch den Gefahren und Unannehmlichkeiten enthoben, welche entstehen, wenn verhältnismässig zu grosse Mengen von Kanalwasser in kleine und langsam strömende Flüsse eingeleitet werden, wodurch eine Zersetzung der leicht gärenden Substanzen mit Bildung übelriechender Gase und Verpestung der Luft bedingt wird.

Als bei weitem am wichtigsten ist jedoch die Frage zu entscheiden, ob bei Einleitung der Fäkalien in die Isar die Möglichkeit einer Verbreitung von Infektionskrankheiten vorhanden ist.

*) S. Langsdorff, d. neuest. Erfahr. auf d. Gebiete d. Städte-Reinigung m. bes. Berücksichtigung d. landwirtsch. Verwert. d. städt. Fäkalien. Dresden 1884. pag. 12, 13.

Nachdem uns die Entdeckungen der letzten Jahre die Erreger der für die Menschen furchtbarsten Seuchen kennen gelehrt und gezeigt haben, dass einige derselben lebensfähig in den Excrementen der an jenen Krankheiten leidenden Menschen in grosser Menge enthalten sind, hat die öffentliche Gesundheitspflege auch dem weiteren Schicksal der Excremente eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken die Pflicht. Die Fäces dürfen nun nicht mehr allein wegen ihres unangenehmen Geruches und ihrer Neigung, sich rasch zu zersetzen, gefürchtet werden, sondern man hat auch mit dem viel wichtigeren Faktum zu rechnen, dass sie die gefährlichen krankheitserzeugenden Mikroorganismen bergen können und demgemäss zu behandeln sind. Man hat deshalb nach verschiedenen Richtungen hin Untersuchungen angestellt, um zu erforschen, ob und wie schnell bei den gewöhnlich üblichen Methoden der Beseitigung der Fäkalien die kleinsten aber gefährlichsten Feinde des Menschen zu Grunde zu gehen pflegen. Man hat besonders die Frage zu beantworten gesucht, welches das Schicksal pathogener Bakterien ist, wenn dieselben mit den Fäkalien abgeschwemmt werden und in Brunnen- oder Flusswasser gelangen.

Die Resultate der in dieser Richtung ausgeführten Arbeiten von Bolton*), Wolffhügel-Riedel**), Kraus***), Karlinsky†), de Giaxa††), Strauss und Dubarry†††), welche verschiedene Wässer — sterilisirt und nicht sterilisirt — mit Reinkulturen von Infektionserregern impften, sind der Hauptsache nach folgende:

*) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 1. pag. 76.

**) Arb. a. d. kais. Ges.-Amt Bd. 1 pag. 455.

***) Archiv f. Hyg. Bd. 6 pag. 234.

†) » » « » 8 pag. 113 und 432.

††) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 6 pag. 162.

†††) Archive de Médecine expérimentale et d'Anatom. pathologique 1889. Heft 1.

In sterilem Wasser vermögen pathogene Bakterien längere Zeit zu leben, in nicht sterilisirtem Wasser sterben sie mehr oder minder schnell ab und zwar um so schneller, je stärker das Wasser durch andere Bakterien verunreinigt ist.

Mit einer Ausnahme der von Karlinski mitgetheilten, von ihm, Emmerich und Pinto ausgeführten Versuche sind alle übrigen unter nicht natürlichen Bedingungen ange- stellt, indem die inficierten Wasserproben in kleinen Glas- kolben aufbewahrt gehalten wurden. Bei dieser Versuchs- anordnung verhalten sich jedoch die im Wasser gewöhnlich existirenden Mikroorganismen ganz anders, als dies unter natürlichen Verhältnissen der Fall. Während wir im Brunnen-, Fluss- oder Seewasser immer nur eine sehr beschränkte An- zahl von Bakterien vorfinden, und während wir, sofern kurz vorher eine starke Verunreinigung stattgefunden hat, be- merken können, dass die Bakterienzahl ziemlich schnell ab- nimmt, ist in jedem Wasser, welches man seinen natürlichen Bedingungen entzieht, eine sofortige, sehr starke Vermehrung der Bakterien zu constatiren. Diese Vermehrung beweist, dass die neu geschaffenen Verhältnisse für die Wasserbewohner nicht irrelevant sind, dass sie in der veränderten Lage bessere Existenzbedingungen finden als früher. Damit ist aber auch genügend festgestellt, dass die Resultate der oben erwähnten Arbeiten nicht ohne weiteres auf die natürlichen Verhältnisse zu übertragen sind. Sind ja doch hier zwei Möglichkeiten vorhanden. Einmal kann, wie es schon öfters geschehen, das rasche Absterben der pathogenen Bakterien als Unterliegen unter die schneller wachsenden Wasserbakterien aufgefasst werden und darnach ist die Annahme gerechtfertigt, dass unter natürlichen Verhältnissen, wo eine so grosse Zahl von Wasserbakterien nicht vorhanden, auch ein längeres Leben für die infektiösen Bakterien möglich ist. Andererseits muss man aber auch bedenken, dass es unwahrscheinlich ist, dass

die sehr empfindlichen pathogenen Mikroorganismen in einem Medium längere Zeit existiren oder gar sich vermehren können, in welchem selbst die in Bezug auf Nährboden, Temperatur u. s. w. sehr anspruchslosen Saprophyten bis auf ein gewisses Minimum schnell untergehen.

Es ist daher zur Klärung der ungemein wichtigen Frage nötig, die Versuche unter den den natürlichen möglichst gleich kommenden Bedingungen zu wiederholen. Man kann dies, indem man nach dem Vorgange von Karliński seine Untersuchungen in Brunnen ausführt, wozu man freilich nur äusserst selten Gelegenheit haben wird in fließenden Wassern das Verhalten pathogener Bakterien zu studieren, ist selbstverständlich aus verschiedenen Gründen ganz ausgeschlossen. Oder man muss darnach trachten, sich die in der Natur gegebenen Bedingungen herzustellen, was freilich bisher noch nicht gelungen ist.

Die Erwägung, dass das veränderte Verhalten der Bakterien in den Versuchskölbchen durch Temperaturunterschiede oder mangelnden Sauerstoff resp. Ozon bedingt sein könnte, veranlasste mich Versuche anzustellen, wie sich die gewöhnlich im Wasser vorkommenden Bakterien bei verschiedenen Temperaturen und bei Durchleitung von Luft verhalten. Wie ich auch die Versuchsbedingungen änderte, gelang es mir nie, die Bakterienzahl auf ihrem ursprünglichen Niveau zu erhalten; wenn die Bakterien in einer abnorm tiefen Temperatur gehalten wurden, nahm ihre Zahl, wie dies schon Wolffhügel und Riedel*) gefunden, meist ab.

Aus der grösseren Zahl meiner Versuche seien hier nur einige angeführt.

Versuch 1.

Oberhalb der Stadt München in steriler Flasche geschöpftes Wasser wird in sterilisirte Reagensgläser eingefüllt, von denen der eine Theil im Eisschrank bei 3—6°, der zweite im Zimmer

*) Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 1. pag. 462.

bei 20—25⁰ gehalten wurde. Der dritte Teil der Gläser wurde mit Gummikappen verschlossen, in ein grosses ebenfalls mit einer Gummikappe bedecktes Becherglas gestellt, welches in einen mit Überlaufrohr versehenen Blechkasten gesetzt wurde, in den stetig Wasserleitungswasser einfluss, wodurch die Wasserproben auf einer nur wenig schwankenden Temperatur von 12—13⁰ gehalten wurden. An den späteren Tagen war der Keimgehalt der einzelnen Wasserproben folgender:

	Eisschrank 3—6 ⁰	Zimmer 20—25 ⁰	lauf.Wasser 12—13 ⁰
Sofort nach der Entnahme	406	406	406
1 Tag „ „ „	32	2432	760
2 Tage „ „ „	36	188700	12900
4 Tage „ „ „	—	273000	68400

Versuch 2.

In derselben Weise wie der vorhergehende mit Münchener Leitungswasser ausgeführt, nur wurden hier noch Proben im Keller bei 13,5—15⁰ aufbewahrt und auch öftere Male das Leitungswasser untersucht.

	Eisschrank 3—6 ⁰	lfd. Wasser 12—13 ⁰	Keller 13,5—15,0 ⁰	Zimmer 20—25 ⁰	Leitungswasser
Sofort nach der Entnahme	—	—	—	—	11
1 Tag „ „ „	8	13	—	675	12
2 „ „ „ „	25	1576	2891	126600	214
3 „ „ „ „	—	—	—	156700	—
4 „ „ „ „	235	10110	39810	—	15

Versuch 3.

Wasserleitungswasser im Eisschrank bei 1—3⁰, im Keller bei 7—8⁰, im Zimmer 1 bei 15—20⁰, im Zimmer 2 bei 20 bis 25⁰ aufbewahrt.

	Eisschrank 1—3°	Keller 7—8°	Zimmer 1 15—20°	Zimmer 2 20—25°
Sofort nach der Entnahme	530	—	—	—
1 Tag „ „ „	209	—	778	458
2 „ „ „ „	267	358	5741	9310
3 „ „ „ „	231	316	8594	139200
4 „ „ „ „	—	1413	236000	—
5 „ „ „ „	—	114000	—	—

Versuch 4.

Wasserleitungswasser wurde im Hofe bei 3—10°, in Zimmer 1 bei 15—20°, in Zimmer 2 bei 20—25° aufbewahrt.

	Hof 3—10°	Zimmer 1 15—20°	Zimmer 2 20—25°
Sofort nach der Entnahme	393	—	—
1 Tag „ „ „	433	66150	124600
2 „ „ „ „	2185	47370	50810
3 „ „ „ „	8150	72940	35710

Versuch 5.

Analog Versuch 4.

	Eisschrank 0—5°	Zimmer 1 12—17°	Zimmer 2 15—25°
Sofort nach der Entnahme	75	—	—
1 Tag „ „ „	165	258	5359
2 „ „ „ „	289	3565	35070
3 „ „ „ „	266	18355	34420

Versuch 6.

Von zwei etwa 500 cbm fassenden Kolben wurde der eine mit Wattestöpfen verschlossen, der andere nach Art einer Spritzflasche armirt, jedoch beide Glasröhren an ihrem äusseren Ende mit Wattestöpfen versehen; beide Kolben wurden im Koch'schen Dampföfen sterilisirt. Nach dem Erkalten wurden beide mit dem gleichen Wasserleitungswasser gefüllt. Während

der eine ruhig stehen blieb, wurde durch den andern stetig in langsamem Tempo Luft durchgesaugt. Die Kolben standen neben einander in einem Zimmer, dessen Temperatur zwischen 13 und 21° schwankte.

	Luft durchge- saugt	Luft nicht durchgesaugt
Sofort nach der Entnahme	257	
1 Tag „ „ „	2770	2361
2 „ „ „ „	78890	51800
4 „ „ „ „	67680	37150

Versuch 7.

Analog Versuch 6; die durchgesaugte Luft wurde mittels Glasrohr, welches durch eine kleine im Fensterkreuz angebrachte Öffnung durchgesteckt war, aus dem Institutsgarten entnommen. Von sechs Kolben befanden sich zwei im Zimmer bei 10—15°, zwei andere in einem nebenstehenden Brütöfen bei 20—25°, der fünfte im Eisschrank, der sechste im Keller. Das verwendete Wasser war der Isar oberhalb München entnommen.

	Eis- schrank 3—5°	Keller 7—8°	Luft durch- gesaugt 10—15°	Luft nicht durch- gesaugt	Luft durch- gesaugt 20—25°	Luft nicht durch- gesaugt
Sofort nach der Entnahme	531					
1 Tag „ „ „	365	282	496	418	4735	11310
2 „ „ „ „		2212	6612	10690	185000	642300
4 „ „ „ „	307	20730	44490	35420		
13 „ „ „ „	5257					

Nachdem es mir, wie obige Versuche zeigen, ebenfalls nicht gelungen, die Bedingungen zu finden, unter welchen der Bakteriengehalt nach dem Schöpfen des Wassers constant bleibt, habe ich darauf verzichtet, zu untersuchen, wie sich die pathogenen Bakterien im Isarwasser verhalten, weil meine Untersuchungen dann doch nicht einwandfrei gewesen wären.

Wenn wir nun auch eine genaue Kenntnis über das Schicksal pathogener Bakterien, welche in's Flusswasser gelangen, nicht besitzen, so muss man doch nach den Resultaten der bisherigen Versuche es als wahrscheinlich annehmen, dass sich dieselben kurze Zeit, einige Tage, lebend erhalten können. Es ist daher auch überall dort, wo das Flusswasser als Trink- oder Gebrauchswasser verwerthet wird, eine Verunreinigung der öffentlichen Flussläufe durch Fäkalien möglichst zu vermeiden.

In diesem Sinne wurde bei dem 1887 in Wien abgehaltenen Hygiene-Congress wurde gelegentlich eines Vortrags von Hüppe «Der Zusammenhang der Wasserversorgung mit der Entstehung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten und die hieraus in hygienscher Beziehung abzuleitenden Folgerungen» folgende Resolution*) als praktisches Ergebniss der Verhandlungen einstimmig angenommen:

«Bei der nachgewiesenen Möglichkeit der Krankheitserregung durch inficirtes Trink- und Gebrauchswasser ist die Sorge für gutes, unverdächtiges Wasser eine der wichtigsten Massregeln der öffentlichen Gesundheitspflege.« (**)

Wenn ich nun dennoch eine Einleitung der Fäkalien in

*) Bericht über d. VI. internat. Congr. f. Hyg. u. Demogr. Heft 2 pag. 52.

***) Es ist hier nicht der Ort, auf die Trinkwassertheorie näher einzugehen und sei nur daran erinnert, dass v. Pettenkofer auf Grund seiner ausgedehnten besonders in München ausgeführten Untersuchungen eine Abhängigkeit der Verbreitung infektiöser Krankheiten (Typhus und Cholera) von der Wasserversorgung nicht constatiren konnte.

die Münchener Kanäle mit Abschwemmung in die Isar für wünschenswerth erachte, so geschieht dies auf Grund einer genauen Kenntniss der lokalen Verhältnisse.

Das reissende Gefäll der wasserreichen Isar, welche vor der erst in neuerer Zeit begonnenen Correktion alljährlich in weiter Ausdehnung über ihre Ufer ausgetreten, hat es bedingt, dass in ihrer nächsten Nähe eine Niederlassung unmöglich war. Es sind daher die auf beiden Seiten liegenden Ortschaften vom Flusse selbst eine beträchtliche Strecke, in minimo etwa 1 Kilometer, entfernt. Jede Benützung des Wassers ist ausgeschlossen, da dasselbe besonders im Frühjahr und Sommer zum Trinken zu trüb, zum Baden zu kalt ist. Die Schifffahrt ist wegen des starken Gefälls nicht möglich und nur wenige Holzflösse werden von München aus flussabwärts geführt.

Die Verhältnisse liegen daher hier so günstig, wie nur irgend denkbar, da eine Verbreitung von Infectionskrankheiten durch das von niemanden benützte Wasser höchst unwahrscheinlich oder richtiger unmöglich ist.

Es ist demnach eine baldige Einführung der Abschwemmung der Fäkalien in die Isar um so eher zu wünschen, als daraus, wie weiter oben ausgeführt, für München sehr beträchtliche, vom hygienischen Standpunkte hoch zu stellende Vortheile zu erwarten sind, während man irgend welche Schädigungen, insbesondere eine Verbreitung von Infectionskrankheiten nicht zu befürchten hat.

Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.

Die im vorhergehenden mitgetheilten Untersuchungen haben einen weiteren Beweis gegeben von dem Vorhandensein eines Prozesses, den man als Selbstreinigung der Flüsse bezeichnet und unter welchem die auf natürlichem Wege ohne jede künstliche Beihilfe vor sich gehende Befreiung der Wasserläufe von den ihnen zugeführten Verunreinigungen verstanden wird.

Es ist noch nicht recht lange her, dass sich die Wissenschaft mit dieser wichtigen Frage beschäftigt hat. Sieht man von den englischen Arbeiten ab, welche oft in tendenziöser Weise bald für bald gegen die selbstreinigende Kraft der Flüsse eingetreten sind, so besitzen wir noch folgende hier kurz zu skizzirende Untersuchungen.

Die erste bezieht sich auf die Seine bei Paris,*) zur Zeit, als noch sämtliche Kanalwässer eingeleitet wurden. Der Fluss, welcher bei niedrigstem Pegelstande 45 cbm Wasser in der Sekunde mit sich führte, wurde damals mit 260—320000 cbm Kanalwasser pro Tag verunreinigt. Die im weiteren Verlauf vor sich gehende Selbstreinigung wird aus den nachfolgenden Kurven, welche keiner weiteren Erklärung bedürfen, deutlich sichtbar, und ist nur noch zu bemerken, dass vor Poissy ein Nebenfluss, die Oise, in die Seine einmündet.

*) Durand-Claye, Assainissement de la Seine 1885. p. 1.

Den wertvollsten Beitrag zu unserer Frage hat Hulwa*) im ersten Teil seiner Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau: »Die Oder bei Breslau zur Zeit der Einleitung der Sielwässer in den Jahren 1877 bis 1881» geliefert. H. bestimmte in sehr eingehenden Analysen die Zusammensetzung des Oderwassers oberhalb und unterhalb Breslau. Der Fluss, dessen Wassermassen an den Untersuchungstagen zwischen 37 und 230 cbm pro Sekunde betragen, wurde durch die Kanalwässer der Stadt, welche damals 250 000 Einwohner zählte, verunreinigt. Der Reinigungsprozess vollzog sich auf einer verhältnismässig kurzen Strecke und hat das Wasser am Endpunkt der Untersuchung 32 km unterhalb Breslau, bereits einen derartigen Grad der Reinigung erfahren, dass, wie aus dem Durchschnittsbefunde der hierher gehörigen Untersuchungsreihe hervorgeht, ein Einfluss der Kanalwässer sowohl chemisch wie mikroskopisch nicht mehr wahrgenommen werden konnte und die Beschaffenheit des Wassers an diesem Orte sich wieder gleichartig derjenigen der Oder oberhalb Breslau am Wasserhebewerk gestaltete.

Es ist sehr zu bedauern, dass Hulwa bei Ausführung seiner Arbeit nicht die heutigen bakteriologischen Untersuchungsmethoden zur Verfügung standen; die Resultate der mikroskopischen Prüfung eines Wassers haben ja nach unseren heutigen Kenntnissen nur äusserst geringen Werth.

Ich lasse hier den Durchschnittsbefund der chemischen Analysen nach H.'s Zusammenstellung folgen und werde noch weiter unten auf dieselben zurückkommen:

*) Ergänzungshefte z. Centralblatt für allg. Gesundheitspflege Bd. I. pag. 88.

Durchschnittsbefunde der Oderwässer oberhalb, innerhalb

Ort der Entnahme des Wassers.	Allgemeine Beschaffenheit des Wassers.
Durchschnitt des Wassers vom obern Laufe der Oder unterhalb der Stadt Ohlau.	Getrübt, mit schwachem fremdartigen Geruch, schwach alkalisch.
Am Wasserwerk (unmittelbar vor Eintritt in die Stadt Breslau).	Im Allgemeinen wenig getrübt, beim Stehen bald klar werdend, geruchlos, alkalische Reaktion.
Innerhalb Breslau vor Einmündung der Kanäle.	Meist ziemlich getrübt, mit grösserem Bodensatz, alkalische Reaktion. Geruch zuweilen fremdartig.
Unmittelbar hinter der Einmündung der Kanäle, innerhalb der Stadt Breslau.	Im Allgemeinen sehr trübe durch suspendirte Stoffe; alkalisch; sehr widerlichen Geruch zeigend.
In einiger Entfernung unterhalb der Kanäle, wo die Mischung des Kanal-inhalts mit dem Strome noch nicht vollständig erfolgt ist.	Im Allgemeinen trüb durch reichlich suspendirte Stoffe, meist faulig riechend je nach dem Wasserstand; alkalisch.
Nach Austritt aus der Stadt Breslau und nach bereits erfolgter Mischung der Sielwässer mit dem Strome.	Von wechselndem Aussehen je nach dem Wasserstand; meist fremdartig riechend; alkalisch.
Bei Masselwitz, 9 km unterhalb der Einmündung der Kanäle.	Im Allgemeinen etwas reicher an suspendirten Stoffen als das Wasser oberhalb der Stadt. Geruchlos. Schwach alkalisch.
Bei Herrnprotsch, nach Einmündung der Nebenflüsse Weide und Weistritz, ca. 14 km unterhalb Breslau.	Getrübt und schwach opalisierend. Geruchlos. Schwach alkalisch.
Bei Dyhernfurth, 32 km unterhalb Breslau.	Im Allgemeinen etwas stärker getrübt als das Wasser am Wasserwerk oberhalb Breslau, sonst nichts Abnormes.
Durchschnittliche Zusammensetzung der Breslauer Sielwässer.	Sehr trübe, fauliger Geruch. Reaktion alkalisch.

und unterhalb Breslau, zur Zeit der Einleitung von Sielwässern.

in 100000 Theilen											
Rückstand			Gesamt-Härte	Oxydirbarkeit			Ammoniak	Albuminoid-Ammoniak	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Chlor
Gesamt-Rückstand	Glüh-Verlust	Glüh-Rückstand		Bedarf an Sauerstoff	Bedarf an Kaliumpermanganat	Berechnet auf organ. Substanzen.					
15,5	2,9	12,6	4,98	0,268	1,058	5,29	0,007	0,0047	0,100	Spuren	0,887
16,89	3,78	13,11	5,08	0,422	1,666	8,330	0,0076	0,024	0,089	Spuren	0,878
17,23	3,9	13,67	4,67	0,442	1,746	8,73	0,0203	0,024	0,072	Spuren	0,801
53,28	17,92	35,36	6,06	2,487	9,825	49,125	1,034	0,298	0,085	o	2,976
19,61	5,78	13,83	5,45	0,577	2,279	11,395	0,112	0,0535	0,067	Stärkere Spuren	0,929
18,56	4,28	14,28	5,73	0,5799	2,290	11,45	0,1124	0,0422	0,0985	—	1,099
17,9	4,33	13,57	5,41	0,435	1,719	8,595	0,048	0,033	0,087	Stärkere Spuren	1,0411
19,4	2,8	16,6	7,84	0,584	2,3068	11,534	0,0175	0,030	0,150	Spuren	1,136
18,54	3,42	15,12	5,75	0,432	1,706	8,530	0,0154	0,0226	0,128	Spuren	1,131
72,92	—	—	—	1,690	6,675	33,377	3,002	0,258	o	o	7,869

Der Einfluss der Würzburger Sielwässer auf den Main*) und dessen baldige Selbstreinigung ist von Moser bestimmt worden. Derselbe untersuchte Mainwasser oberhalb der Stadt unterhalb der Einmündung der Abzugskanäle und endlich 16 km unterhalb Würzburg:

Ort der Entnahme	Gramme KMnO_4 auf 100000 Wasser
Oberhalb Würzburg	8,85
Unterhalb Würzburg nach Einmündung der Siele	23,54
16 km unterhalb Würzburg	11,70

G. Frank**) hat eine systematisch ausgeführte Untersuchungsreihe über die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin mitgeteilt, bei welcher zum erstenmal die chemische Analysen durch genaue Zählung der vorhandenen Mikroorganismen vervollständigt wurden.

Auch hier — die Resultate sind in extenso nicht mitzutheilen — wurde eine rasche Besserung des Wassers nach dem Moment der stärksten Verunreinigung gefunden, doch glaubte F., dass man die aus seiner Arbeit zu ziehenden Schlüsse wegen der Eigenartigkeit der lokalen Verhältnisse nicht verallgemeinern, besonders nicht auf Flüsse mit starkem Gefäll übertragen dürfe.

Die angeführten Untersuchungen***) beweisen zur Genüge, dass sich Flüsse in relativ kurzer Zeit der ihnen übergebenen Verunreinigungen grossenteils entledigen können. Ehe ich auf die Ursachen dieses Prozesses eingehe, möchte ich noch ein Beispiel anführen, dass die mit der Frage der Selbstreinigung

*) Über die organischen Substanzen des Mainwassers bei Würzburg. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. pag. 4.

**) Zeitschrift für Hyg. Bd. 3 pag. 355.

***) Eine erschöpfende Angabe aller einschlägigen Arbeiten ist in König, Verunreinigung der Gewässer pag. 94 u. f. zu finden.

der Flüsse erst seit kurzem der Wissenschaft klar gewordene Fähigkeit strömenden Wassers, organische Substanzen zu ersetzen resp. zu verändern, der Industrie schon seit langer Zeit bekannt ist und demgemäss verwerthet wurde.

In das Wasser des kleinen belgischen Flusses Lys, Nebenfluss der Schelde, wird alljährlich während der Monate April bis Oktober Flachs eingelegt, um durch die Einwirkung des Wassers die Holz- und Rindensubstanz zu lockern und die Bastfasern zum späteren Gebrauch vorzubereiten. Dieser Vorgang, das Rösten des Flachses (*le rouissage*), findet in dem Flusse in einer Ausdehnung von 73 km statt, indem an beiden Ufern eine fortdauernde Reihe von Kästen angebracht sind, welche den Flachs aufnehmen. Hierbei werden in den einzelnen Pflanzenstengeln die Leinfasern, welche sich unter der Rinde befinden, und durch eine gummiartige Substanz, die Pectose, verbunden sind, durch Zerstörung dieses Bindemittels isolirt. Die Zerstörung der in Wasser völlig unlöslichen Pectose und deren Umwandlung in Pectinsäure ist durch die von dem Wasser eingeleitete Zersetzung bedingt. (Wagner et L. Gautier, *Chimie industrielle*. 1879. II, 2).

Der Industrie ist diese Fähigkeit des Flusswassers organische Substanzen zu zerstören, schon sehr lange bekannt, weshalb auch die Engländer dem Flusse, welcher der Bevölkerung durch seine Thätigkeit grosse Reichthümer einbringt, den Beinamen „der Goldene“ gegeben haben.

Wenn nunmehr auch an einer Selbstreinigung der Flüsse und an deren Fähigkeit, in loco organische Substanzen zu zerstören, — zwei ja nicht ganz identische Prozesse — als sicher konstatirten Thatsachen nicht mehr gewEIFelt werden kann, so ist doch bisher eine ausreichende und alle in Frage kommenden Punkte genügend beantwortende Erklärung obiger Vorgänge nicht gegeben worden.

Nach Erismann*) kann die Selbstreinigung des Flusswassers durch die Concurrenz folgender Momente zusammenkommen:

- 1) durch Aufnahme reiner Zuflüsse resp. Verdünnung der unreinen Bestandteile;
- 2) durch chemische Prozesse, die unter dem Einflusse des Luftsauerstoffs und niedriger Organismen, vielleicht auch unter Beihilfe der Wasserpflanzen, vor sich gehen;
- 3) durch Ablagerung der Sinkstoffe in Form von Schlamm auf dem Boden des Flussbettes und an den Ufern.

Der erste Punkt dürfte im allgemeinen wenig in Betracht kommen, da abgesehen vom Grundwasser eine ausreichend grosse Wassermasse, welche die Zusammensetzung verunreinigten Flusswassers in erheblichem Masse durch Verdünnung verbessern könnte, nirgends vorhanden sein wird.

Bedeutend wichtiger ist der zweite Punkt, weshalb derselbe schon seit längerer Zeit die Grundlage für eingehende Versuche gebildet.

Es war vor allem Alex. Müller,**) welcher durch vielfache bis in die jüngste Zeit ausgeführte Versuche die von ihm aufgestellte These, dass Mikroorganismen die Ursache der Selbstreinigung der Flüsse bilden, beweisen zu können glaubte. Zu demselben Schlusse ist Emich gekommen, der i. J. 1884 eine Arbeit „Zur Selbstreinigung natürlicher Wässer“ (***) veröffentlichte.

Müller gründete seine Schlüsse auf Versuche, welche er mit Harn, Jauche, Harnstofflösungen u. s. w. ausführte.

Emich, der unabhängig von Müller, ohne von dessen

*) Handbuch der Hyg. u. Gewerbekrankheiten II. Teil 1. Abt. 1. Hälfte. pag. 214.

**) Landwirtsch. Vers.-Stat. Bd. 16 pag. 268 und

» « Bd. 32 pag. 285.

***) Monatshefte für Chemie 6. pag. 77.

Arbeiten Kenntnis zu haben, in derselben Richtung arbeitete, hat aus folgenden Experimenten auf die Beteiligung der Mikroorganismen bei der Selbstreinigung der Flüsse geschlossen. Er untersuchte Wässer, welche reich an organischen Substanzen waren, auf ihre Oxydirbarkeit mittels Chamäleonlösung, sowie ihren Gehalt an Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure und fand, dass beim Stehenlassen der Versuchsflüssigkeit die Oxydirbarkeit langsam abnahm, während das vorhandene Ammoniak zu salpetriger Säure und weiterhin zu Salpetersäure oxydirt wurde.

Dieselben Veränderungen traten im gleichen Grade auf, wenn er das Wasser stark mit Luft schüttelte oder Ozon und Wasserstoffsperoxyd einwirken liess, sie blieben aber aus, wenn die Versuchslösung sterilisirt und vor nachträglichem Eindringen von Luftkeimen geschützt wurde.

Es kann demnach kein Zweifel sein, dass die hier vorgegangenen chemischen Veränderungen durch das Leben kleinster Organismen bedingt wurden, wie auch deren Fähigkeit, Oxydations- und Reduktionsprozesse im Wasser und Boden einzuleiten, schon lange Zeit bekannt ist. Ich erinnere nur an die Arbeiten von Pasteur, Schlösing und Müntz, v. Fodor, Wollny, Heräns, Uffelmann u. A.

Es fragt sich jedoch, ob man die aus jenen Arbeiten gezogenen Schlüsse auch auf den Vorgang der Selbstreinigung der Flüsse übertragen darf, und, wie es nun allgemein geschieht, annehmen kann, dass bei diesem Prozess in erster Linie Mikroorganismen beteiligt sind.

Auf Grund der von Frank und mir gewonnenen Resultate glaube ich dies verneinen zu müssen.

Frank hat bei seinen schon oben erwähnten Versuchen die Bakterienmenge oberhalb, in und unterhalb Berlin bestimmt und folgende Zahlen gefunden:

Bacteriengehalt (pro cbcm) des Spreewassers oberhalb, in und unterhalb Berlin).*

Ort der Entnahme	7/IV 1886	5/V	2/VI	14/VII	11/VI	8/IX	6/X	3/XI	1/XII	5/I 1887	2/II	2/III
Durchschnittlich 6141												
Oberhalb Berlin												
Moabiter Brücke	24700	5400	63000	98000	90000	96000	78500	51000	6200	12800	6800	105000
Hafenplatz	39500	50000	351000	150000	350000	200000	165000	216000	27000	63000	23300	143000
Lichtensteinbrücke	46100	32100	1392000	121000	90000	540000	162000	—	19600	38800	24400	100800
∞												
Ruhlebener Schleusse	—	97400	1250000	610000	200000	200000	132000	252000	37000	32600	19900	126000
Spandau	—	38200	50000	848400	190000	400000	767000	48800	39300	33700	21800	170100
Pichelsdorf	—	40500	893000	470000	110000	120000	204000	525000	6300	30700	19600	119700
Gatow	243000	54900	117600	52800	144000	200000	24000	13800	29000	12200	18200	176000
Cladow	24600	2900	—	1044000	180000	650000	9500	24700	23900	10600	219	96000
Sacro w	3200	1700	13400	8300	—	24700	12400	20300	4500	6600	2200	29600
	} unterhalb Berlin											
	} innerhalb Berlin											

*) Die Tab. ist nach den Frank'schen Untersuchungen zusammengestellt; in den Monaten, wo mehrere ausgeführt wurden, ist nur die erste berücksichtigt.

Die von mir bei den hier gehörigen Untersuchungen gefundenen Bakterienzahlen seien hier nochmals in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

Entfernung von München km	Ort der Entnahme	17/XII	26/III	14/VI	5/VII	27/X	1/XII	13/I	27/I	10/II	24/VI
		Durchschnittlich 305									
	Oberhalb München										
1	Bogenhauserbrücke	2050	27247	831	2356	11240	12610	10420	10830	13110	3149
3,1	Hinter dem Eisbach	2521	35970	2887	2001	21120	27870	14850	17210	12655	—
4,4	Oberföhring	1001	32248	3448	1433	25650	27730	—	—	—	3012
7	Unterföhring	1205	32960	2086	3368	16710	19310	—	—	—	—
10	Ziegelstadel	871	17508	2197	2430	12160	17420	—	—	—	—
13	Ismanning	1187	—	—	—	—	19050	9396	8691	7230	—
22	Erching	—	—	—	—	—	—	4863	7765	—	1759
33	Freising	—	—	—	—	—	—	3221	3221	—	693

In beiden Fällen sehen wir nach dem Moment der stärksten Verunreinigung stets eine langsame, fast constante Abnahme der vorhandenen Mikroorganismen, welche ziemlich sicher ein Nichtbeteiligtsein derselben bei dem sich hier abspielenden Prozess der Selbstreinigung der Flüsse andeutet.

Wir wissen ja, dass die Mikroorganismen überall da, wo sie in Wirksamkeit treten, sich alsbald ins unendliche vermehren, während wir hier ein regelmässiges Absterben bemerken; wir wissen ferner, dass ihre Zahl selbst im reinsten, destillirten Wasser bald eine enorm hohe wird, während hier trotz des Vorhandenseins eines nicht unbedeutenden und jedenfalls gut geeigneten Nährmaterials nicht nur keine Vermehrung, sondern sogar eine rasche Abnahme eintritt.

Es sprechen jedoch noch andere Momente gegen die von Müller und Emich aufgestellte, jetzt allgemein anerkannte Hypothese.

Vor allem ist es nämlich falsch, die Vorgänge, welche sich bei der Selbstreinigung der Flüsse abspielen, mit denen zu vergleichen oder vielmehr zu identifizieren, welche Müller und Emich bei ihren Laboratoriumsexperimenten vor sich gesehen.

In welcher Weise sich erstere abspielen, ist aus den oben citirten Beispielen deutlich zu ersehen; es ist eine allmähige Rückkehr zur ursprünglichen Zusammensetzung mit einem fast spurlosen Verschwinden der eingeleiteten Verunreinigungen, während wir bei den zur Erklärung des Vorgangs herangezogenen Versuchen nur eine Umsetzung, eine langsame Oxydation finden, deren Endprodukte, die salpetrige Säure und Salpetersäure, natürlich nachzuweisen sind*).

Noch deutlicher wird die Verschiedenartigkeit beider Vorgänge durch den Hinweis auf ihren zeitlichen Verlauf.

Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, hat das Isarwasser bei Freising, also nach einem Laufe von 30 km hinter der Eisbachmündung, ungefähr wieder dieselbe Zusammensetzung wie oberhalb der Stadt. Diese Strecke wird aber bei einer Geschwindigkeit von 1 m pro Sek. in circa 8 Stunden zurückgelegt.

Die Selbstreinigung der Oder ist nach Hulwa 32 km unterhalb Breslau beendet. Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit**) von 0,6 m pro Sek. durchläuft der Fluss diesen Weg in ca. 15 Stunden.

Die Geschwindigkeit des Laufes der Seine bei Paris, welche meist zu niedrig angegeben wird, beträgt bei niedrigem

*) Vergl. Hulwa l. c. pag. 105/106.

**) Die Mittheilungen über die Geschwindigkeit des Laufes der Oder, Seine und des Mains verdanke ich den Herren Rathsgemeister Hoffmann in Breslau, Dr. Girode in Paris und Bauamtman Wehrle in Würzburg.

Wasserstand 0,3—0,5 m, bei hohem Wasserstand 1,3—1,5 m. pro Sekunde, sodass also der Fluss auf einem Lauf von 110 Kilom. in 20—100 Stunden den Prozess der Selbstreinigung vollendet.

Die durch Moser constatirte Beendigung der Selbstreinigung des Mains nach Aufnahme der Würzburger Canalwässer vollzieht sich in ca. 6 Stunden, da der Main zwischen Würzburg und Retzbach eine Geschwindigkeit von 0,82 m. pro Secunde besitzt.

Diese Beispiele beweisen zur Genüge, dass die Selbstreinigung der Flüsse in ungemein kurzer Zeit ablaufen kann, während Müller und Emich zu ihren Versuchen nicht Stunden oder Tage, sondern Wochen und Monate und in einzelnen Fällen sogar Jahre gebraucht haben.

Wie langsam die Zerstörung organischer Substanzen im Wasser während des Stehens desselben bei Zimmertemperatur vor sich geht, ist schon von verschiedenen Forschern gezeigt worden. So gebrauchte Ullik*) zur Oxydation der in verschiedenen Wässern enthaltenen organischen Substanzen folgende Mengen Permanganatlösung:

	Daten bei rechtzeitig vorg. Bestimmung		Daten bei späterer Bestimmung
20. Jänner 1877	1,354	31. Jänner 1877	1,083
22. „ „	1,493	1. Februar „	0,705
23. „ „	1,413	1. „ „	0,991
24. „ „	1,104	1. „ „	0,856
25. „ „	1,245	31. Jänner „	0,918
26. „ „	1,161	8. Februar „	0,7
27. „ „	0,792	10. „ „	0,607.

und weiterhin bei einer fortlaufenden Untersuchung desselben Wassers:

am 30. März . . .	2,374
„ 10. April . . .	1,069
„ 18. „ . . .	0,902
„ 24. „ . . .	0,856.

*) Ber. über die Bestimm. der während 1 Jahres im Profile von Tetschen sich ergebenden Quantitätsschwankungen der Bestandt. d. Elbwassers. Prag 1880 pg. 6.

Aehnliche Resultate hatte Moser*) bei täglich vorgenommener Untersuchung des durch die Würzburger Kanalisation stark verunreinigten Mainwassers; hier waren zur Oxydation nötig:

am 1. Tage	=	24,81 i. mm O ₄
„ 3. „	=	18,96
„ 4. „	=	17,38
„ 5. „	=	16,43
„ 6. „	=	15,80
„ 7. „	=	15,80
„ 8. „	=	15,80
„ 10. „	=	17,06

Derartige Beispiele von der langsamen Veränderung organischer Substanzen in Wasser sind in der Literatur zahlreich zu finden; die Anführung der beiden obigen möge hier genügen.

Würden überhaupt die organischen Substanzen im geschöpften Wasser ebenso schnell sich zersetzen, wie es in den Flüssen geschieht, so wäre ein grosser Theil der unzähligen bisher von den verschiedensten Autoren ausgeführten Wasseranalysen falsch und werthlos, da ja doch nur in seltenen Fällen die Analysen sofort nach dem Schöpfen ausgeführt werden konnten.

Es sind demnach drei Punkte, welche es als sehr unwahrscheinlich machen, dass die Mikroorganismen**) die Ursache der Selbstreinigung der fliessenden Wässer bilden:

1. die sofortige Abnahme der Bakterien in den durch Kanalwasser verunreinigten Flüssen;

*) l. c. pag. 8. Tab. II.

**) In wie weit andere Organismen an dem Prozess beteiligt sind, ist mit unseren heutigen Methoden nicht zu erforschen; möglich ist es, dass ein weiteres Studium des organischen Lebens im Wasser hier aufklärende Aufschlüsse geben wird.

2. die Verschiedenheit der Vorgänge bei den zur Stütze der Hypothese angeführten Laboratoriumsexperimenten und der Selbstreinigung der Flüsse;
3. der Unterschied in dem zeitlichen Verlaufe beider Prozesse.

Es bleibt demnach nur noch übrig, den dritten der von *Erismann* angegebenen Punkte, nach welchem ein Sedimentationsprozess bei der Selbstreinigung der Flüsse betheiligt ist, einer kurzen Erörterung zu unterziehen.

Die Richtigkeit dieses Satzes kann um so weniger bezweifelt werden, als für dieselbe unzählige beweisende Beispiele vorhanden sind.

Es ist bekannt, dass sich in allen Kanalisationssystemen eine mehr oder minder erhebliche Schlammschicht abzusetzen pflegt, welche von Zeit zu Zeit durch besondere Vorrichtungen, Spülung und Reinigung entfernt werden muss.

Eine ähnliche Verschlammung wird bei allen natürlichen Gewässern, welche durch Abwässer irgendwelcher Art verunreinigt werden, beobachtet. Der Grad derselben ist von verschiedenen Bedingungen, insbesondere der Quantität der eingeleiteten Massen, der Stromgeschwindigkeit des betreffenden Flusslaufes u. s. w. abhängig.

Die Münchener Stadtbäche, welche heute noch einen Theil der Gebrauchswässer, Abwässer und Fäkalien der Stadt München zugeführt erhalten, müssen alljährlich abgelassen und ihr Strombett gereinigt werden.

Ueber die Verschlammung der Seine durch Einleitung der Pariser Sielwässer hat *Durand-Claye* ein anschauliches Bild entworfen, wie überhaupt die Mittheilungen über ähnliche Zustände, die ja in erster Linie den Kampf gegen die Verunreinigung öffentlicher Wasserläufe verursacht haben, ungemein zahlreich sind.

In jüngster Zeit ist noch von Renk in einem der schon oben erwähnten Gutachten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes*) eine ausführliche Schilderung einer durch städtische Abwässer bedingten Verschlammung stehender Gewässer, der Schweriner Seen, mitgeteilt worden, bei welchen, wie leicht begreiflich, die hervorgehobenen Schäden noch viel deutlicher vorhanden waren, als dies bei fließenden Wässern *ceteris paribus* zu sein pflegt.

Bald nach Einführung der neueren, bakteriologischen Untersuchungsmethoden hat sich auch die Wissenschaft mit dem Verhalten der Bakterien bei diesen Sedimentationsprozessen beschäftigt und eingehende Versuche hierüber mitgeteilt.

Zu diesem Zweck wurden zumeist mehr oder minder hohe cylindrische Gefässe mit Wasser gefüllt und nach verschieden langem Stehen der Backteriengehalt des Wassers in den einzelnen Schichten untersucht. Hiebei wurden entweder mit einer Pipette aus verschiedener Höhe Proben entnommen oder es wurde die oberste Schicht vor und nach kräftigem Durchschütteln des Gefässes, wodurch die eventuell sedimentirten Bakterien wieder gleichmässig vertheilt werden sollten, untersucht.

Auf die zuerst angegebene Art hat Bolton**) seine Untersuchungen gemacht und dabei folgende Resultate erhalten:

	Von der Oberfläche	Aus der Mitte	Vom Boden
Probe 1 nach 20stündigem Stehen	2120	—	48460
	2240	—	44980
„ 2 „ 24 Stunden	23760	7320	13060
	24000	7200	14000
„ 3 „ 2 Tagen	11740	—	25940
	11140	—	27520
„ 4 „ 3 „	1720	—	1920
	2040	—	1200
„ 5 „ 4 „	3280	—	9580
	3840	—	10540

*) l. c. pag. 395.

**) l. c. pag. 92.

Bei drei weiteren Proben, welche erst nach 7 Monaten untersucht wurden, war die Oberfläche ganz bakterienfrei, während eine Untersuchung nach kräftigem Durchschütteln zwischen 540 und 760 Kolonien pro cbcm ergab.

Weiterhin fand Hüppe*) in einem Wasser, welches anfänglich 750 Keime enthielt, nach 2 Monaten oben 660000 und nach dem Umschütteln 1056000 Keime, Leitungswasser mit einem ursprünglichen Gehalt von 16 Bakterien enthielt nach zweimonatlichem Stehen bei 10⁰ C. oben 11280 und unten 123750 Keime; Brunnenwasser mit 560 Bakterien unter den gleichen Verhältnissen oben 41670 und unten 130000 Keime.

Gegen eine Sedimentation der Bakterien spricht sich Heräus**) aus. Derselbe stellte zwei Flaschen eines Wassers, das bei der Entnahme 750 Keime enthielt, in einen Eisschrank bei 10⁰ auf und fand nach 2 Monaten in

Flasche 1 oben	660000
nach Umschütteln	1056000
in Flasche 2 oben	110400
unten	122200.

Wasser der städtischen Wasserleitung von Wiesbaden ergab in einem 25 cm hohen Cylinder aufgestellt nach vierwöchentlichem Stehen oben 3000, nach Umschütteln 3000 Keime.

Seine weiteren Versuche brachten ihn zu Resultaten, aus welchen ebenfalls nicht auf eine Sedimentirung geschlossen werden konnte.

Im Gegensatz zu den bisher aufgeführten mit Bakterienmischen ausgeführten Untersuchungen arbeitete Gärtner***) mit Reinkulturen und erhielt folgende Zahlen:

*) citirt nach Tiemann und Gärtner, Untersuchung des Wassers pg. 543.

**) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 1. pg. 209.

***) l. c. pg. 543.

Mikroorganismus	Entnahmestelle	Keimzahl in 1 ccm nach Tagen			
		1	2	3	4
Grüner beweglicher fluorescirender Bacillus aus Wasser in einer 5 Literflasche mit 20 cm hoher Schicht sterilisirten Leitungswassers, Temperatur 18—20° C	1 cm unter der Oberfläche	164400	{ 226000 218000	{ 288000 268000	{ 346000 344000
	direkt am Boden	173600	{ 232000 234000	{ 286000 254000 geschüttelt 288000	{ 384000 388000 geschüttelt 368000
Gelber Kokkus aus Luft unter denselben Bedingungen	1 cm unter der Oberfläche	{ 25700 28200			
	direkt am Boden	{ 25200 28000 geschüttelt 22000			

Ein 60 cm langes, 2,5 cm weites Glasrohr, mit sterilisirtem Leitungswasser gefüllt, welches im Cubikcentimeter 11000 grüne, bewegliche, fluorescirende Bacillen enthielt, wurde bei 5° C. 10 Tage lang sich selbst überlassen und zeigte nach dieser Zeit:

Im Cubikcentimeter	{	1 cm unter der Oberfläche	{ 910000 960000
		direkt am Boden	{ 850000 900000

Dasselbe Rohr, einen grünen, nicht fluorescirenden, beweglichen Bacillus aus Wasser enthaltend, und zwar zu 8000 im Cubikcentimeter, zeigte nach 10 Tagen ruhigen Stehens bei 12° C.:

Im Cubikcentimeter	{	1 cm unter der Oberfläche	{ 777800 728000
		direkt am Boden	{ 620000 654000

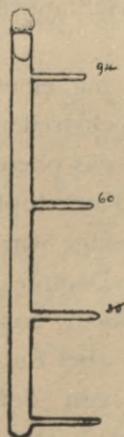
Ein weisslicher Kokkus aus Wasser, zu 17000 bis 18000 im Cubikcentimeter, verhielt sich in einem Rohr von 54 cm Länge und 2,5 cm Weite wie folgt:

Entnommen	Lebensfähige Keime im Cubikcentimeter		
	nach 10 tägigem Stehen bei 5° C.	nach wiederum 10 tägigem Stehen bei 12° C.	nach wiederum 20 tägigem Stehen bei 10° C.
1 cm unter der Oberfläche	{ 2200 2500	{ 510000 466000	{ 400000 410000
direkt am Boden	{ 4040 5000	{ 500000 500000	{ 295000 320000

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass die beweglichen und unbeweglichen Bakterien sich nicht zu Boden gesenkt haben.

Ein Überblick über die hier mitgetheilten Untersuchungen legt die Vermuthung nahe, dass die Verschiedenartigkeit der Resultate durch die Versuchsanordnung bedingt wurde, weshalb ich unter Benützung einer, wie ich glaube, einwandfreien Methode noch eine Reihe von Versuchen ausgeführt habe.

Ich benutzte zuerst ein Glasrohr von 1 m Länge und ca. 2 cm innerem Lumen, an welches seitlich am Boden und in der Höhe von 30, 60 und 94 cm kleinere, am Ende zugeschmolzene Glasröhren angesetzt waren. Zum Schutz vor den Einflüssen der Temperatur war der kleine Apparat mit einer 2 cm dicken Watteschicht umhüllt. Das Glasrohr wurde nach genügender Sterilisation mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt mit Wattestopfen verschlossen. Am Ende der Versuche, welche ich absichtlich nur auf Tage ausdehnte, wurden die schon vorher angefeilten Enden der seitlich angesetzten Glasröhren sorgfältig gereinigt und mit einer sterilen Kneipzange



abgezwickt und das auslaufende Wasser in sterilen Reagensgläsern aufgefangen.

Versuch 1.

Wasserleitungswasser mit einem Anfangsgehalt von einem Keime pro ccm hatte nach sechstägigem Stehen:

in der Höhe von 94 cm	21290
„ „ „ „ 60 „	25580
„ „ „ „ 30 „	31285
am Boden	42107.

Versuch 2.

Dieselbe Röhre mit einer sehr stark verdünnten Bouillon gefüllt enthielt nach 4 tägigem Stehen

in der Höhe von 94 cm	11899560
„ „ „ „ 30 „	12290270
am Boden	15193570.

In ganz ähnlicher Weise, nur etwas grösserem Masstabe, liess ich mir noch eine 1,50 m hohe und 10 cm breite Blechröhre anfertigen, an welche seitlich am Boden und in der Höhe von 45, 90 und 135 cm kleinere Röhren angesetzt wurden. Über die Enden der seitlichen Röhren wurden kurze Gummischläuche gezogen, welche ich mittels Klemmschrauben verschliessen konnte.

Die Wandungen der Röhre wurden ebenfalls mit einer ca. 2 cm dicken Watteschicht, welche mittels Tuchstreifen befestigt wurde, umhüllt. Behufs Sterilisation wurde das obere Ende des Blechrohres mit einem durchbohrten Korkstopf verschlossen, in dessen Öffnung eine Retorte eingefügt war.

Mittels einer einstündigen Entwicklung strömenden Dampfes, welcher durch die ein wenig geöffneten Gummischläuche ausströmen konnte, wurde dann der Apparat sterilisirt. Bei Entnahme der Proben wurden die Gummischläuche von den kurzen seitlichen Röhren abgezogen und das Wasser in sterilisirten Gefässen aufgefangen.

Versuch 3.

Der Apparat wurde mit Wasserleitungswasser (157 Keime pro ccm) gefüllt und 29 Stunden im Keller bei 12,5° C. stehen gelassen. Es fanden sich:

in einer Höhe von 135 cm	392
„ „ „ „ 90 „	528
„ „ „ „ 45 „	930
am Boden	795 Keime.

Versuch 4.

Analog dem vorhergehenden. Apparat mit Wasserleitungswasser (15 Keime pro ccm) gefüllt. Nach 41 Stunden befanden sich:

in einer Höhe von 135 cm	11630
„ „ „ „ 90 „	12240
„ „ „ „ 45 „	10900
am Boden	12495 Keime.

Ich glaube durch diese Versuche gezeigt zu haben, dass in reinem Wasser eine Sedimentation von Bakterien gar nicht oder nur in sehr geringem Grade stattfindet.

Mit diesen Resultaten stehen auch die Angaben im Einklang, welche wir über den Bakteriengehalt der Seen in verschiedenen Tiefen besitzen.

Im Genfer See*) fanden Fol und Dunant in drei Versuchen an der Oberfläche 26, 30 und 90, in 2—2½ m Tiefe 16, 41 und 43—50 Bakterien pro ccm.

Über den Keimgehalt des Züricher Sees macht Cramer folgende Angaben:

3 Vers. m. Wasser v. 0,5 m unter d. Oberfläche	61
3 „ „ „ „ 80 „ Tiefe, 2 m üb. d. Grunde	57
3 „ „ „ „ 0,5 „ unter der Oberfläche	58
3 „ in 18 m Tiefe u. 2 m üb. d. Grunde	143

*) citirt nach Tiemann und Gärtner pg. 546.

4 Vers. m. Wasser von der Oberfläche	36
3 „ „ „ aus 4 m Tiefe	37
4 „ „ „ „ 6 „ „	21
8 „ „ „ von der Oberfläche	81
4 „ „ „ aus 4 m Tiefe	175
4 „ „ „ „ 8 „ „	92
4 „ „ „ „ 12 „ „	167 K. pr. ccm.

Ich habe bei Untersuchung des Starnberger Sees am 27. XI. 87 (Wassertemperatur 5,5⁰ C.) an einer Stelle, welche etwa 1 km vom Starnberger Ufer entfernt war,

oben 5

10 m tief 17

30 m tief 14 Keime gefunden; an einer zweiten Stelle, etwa 2 km von Niederpöcking entfernt, waren oben 8 und 30 m tief ebenfalls 8 Keime im ccm enthalten.

Aus diesen, wenn auch spärlichen Versuchen ist ein sicherer Schluss auf eine Sedimentation der Bakterien in natürlichen, stehenden nicht verunreinigten Gewässern nicht zu machen.

Dass sich stark verunreinigte und an suspendirten Stoffen reiche Gewässer anders verhalten, ist schon durch Frankland's Versuche*), welcher keimreiches Wasser durch Schütteln mit fein vertheilten Stoffen mehr oder minder keimfrei machen konnte, wahrscheinlich geworden. Ich versuchte deshalb in der oben beschriebenen Blechröhre über die Sedimentirung von Kanalwasser Aufschluss zu erhalten, bekam jedoch zumeist ganz widersprechende Resultate, was jedenfalls dadurch bedingt war, dass an einzelnen Stellen der Röhre Schlamm Massen haften blieben, welche dann eine ungleiche Vermehrung der Bakterien verursachten.

*) Tiemann u. Gärtner, pag. 548.

Nur einen Versuch kann ich anführen, zu welchem ich ein nur wenig verunreinigtes Kanalwasser, welches ich nicht dem Hauptziel, sondern dem Kanal in der Schillerstrasse entnommen, benützt hatte.

Das Kanalwasser wurde in das Glasrohr eingefüllt und nach nur 8stündigem Stehen entleert. Das Wasser enthielt:

sofort nach der Entnahme pr. ccm	13 180
nach 8 Stunden	
in der Höhe von 94 cm	19 855
„ „ „ „ 60 „	23 825
„ „ „ „ 30 „	25 195
am Boden	33 260 Keime.

Wir besitzen ferner in einer erst kürzlich veröffentlichten Arbeit von Krüger: „Physikalische Einwirkung von Sinkstoffen auf Mikroorganismen“*) eine Untersuchungsreihe, welche die Frage über die Sedimentation in dem oben angedeuteten Sinne entscheidet. K. kommt dabei zu dem Schluss, dass fein vertheilte, chemisch indifferente Substanzen in Wasser gebracht einen grossen Theil der in demselben enthaltenen Bakterien mit zu Boden nehmen. Die Wirkung ist um so grösser, je langsamer, bis zu einer gewissen Grenze, das Niedersinken erfolgt und je mehr Material eingebracht wird, und wird noch erhöht, wenn zu der mechanischen Wirkung die chemische (durch Bildung unlöslicher Verbindungen) hinzukommt.

Hiernach ist es auch wahrscheinlich, dass bei dem Prozess der Selbstreinigung der Flüsse die Sedimentation der eingeführten Verunreinigungen eine Hauptrolle spielt; die niedergerissenen Substanzen werden dann wahrscheinlich an der Sohle des Flussbettes weiter befördert und langsam zersetzt, wobei jedenfalls auch Bakterien, wie der vom Wasser absorbirte Sauerstoff thätig sind.

*) Zeitschrift für Hyg. Bd. VII pag. 109.

Dass die Selbstreinigung nicht ausschliesslich auf Sedimentation beruht, sondern dass dem fliessenden Wasser im allgemeinen die Fähigkeit organische Substanzen zu oxydieren zukommt, geht deutlich hervor aus dem oben geschilderten Beispiel vom Flusse Lys, dessen Wasser auf einer Strecke von 73 km an fast der ganzen Oberfläche in dem eingelagerten Flachs die beschriebenen Oxydationsprozesse einleiten.

Obwohl ich mir bewusst bin, durch meine Mittheilungen die Frage der Selbstreinigung der Flüsse nur wenig gefördert zu haben, so glaube ich doch, dass die Resultate meiner Arbeit nicht ganz werthlos sind.

Eine weitere, mehr erfolgreiche Förderung der Frage wird von der Möglichkeit abhängen, für die Laboratoriumsexperimente eine Versuchsanordnung zu erforschen, bei welcher das Wasser unter dieselben Bedingungen gesetzt wird, welche in der Natur in fliessenden und stehenden Wässern vorhanden sind.

Besonders aber wird es nöthig sein, Untersuchungen der vorliegenden Art mit Berücksichtigung der Bakterien an stärker verunreinigten Flussläufen auszuführen. Die durch die grosse Wassermasse der Isar bedingte starke Verdünnung des an und für sich nicht sehr unreinen Kanalwassers ist der Lösung der Frage nicht günstig gewesen.

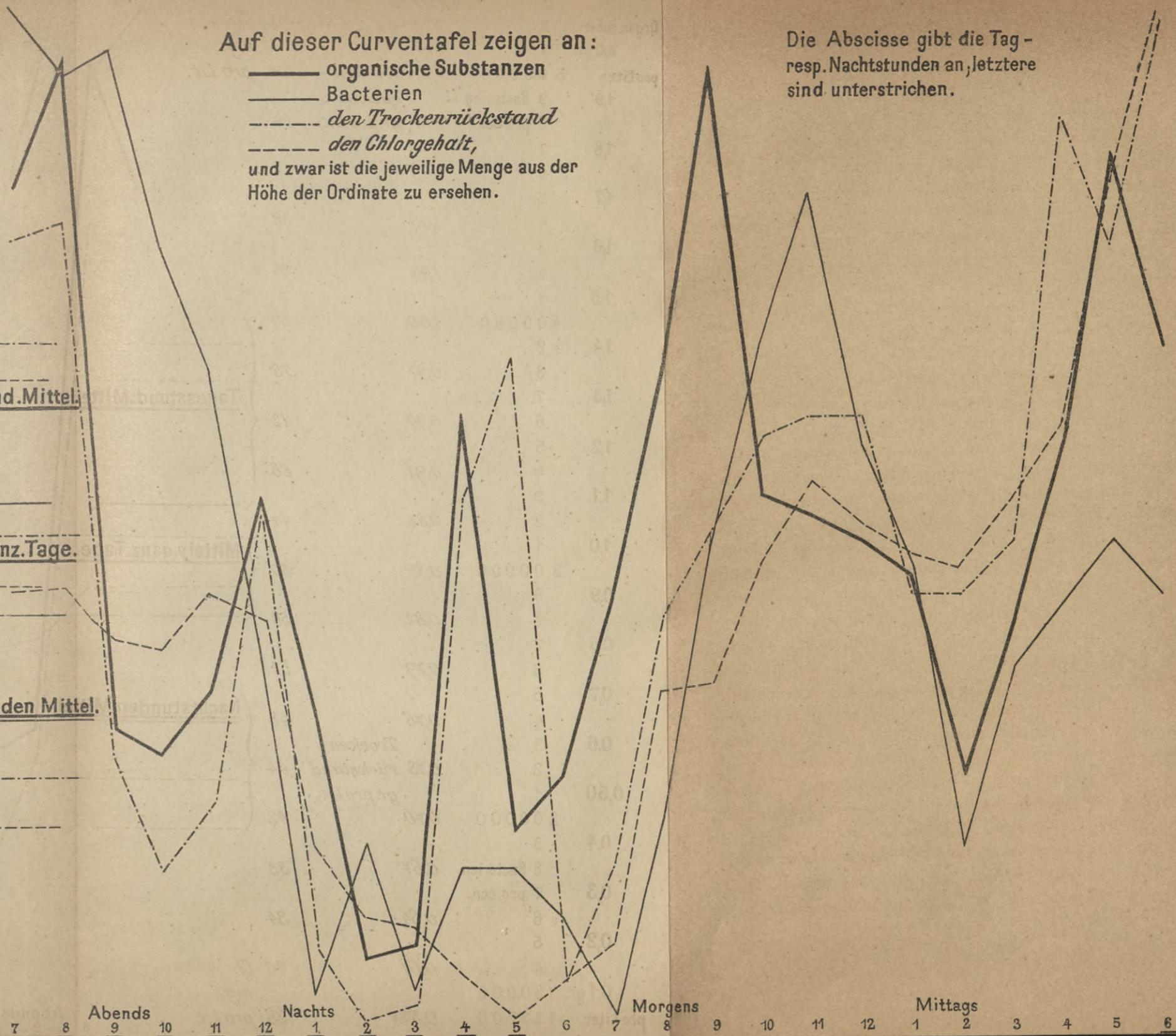


Organ.Subst.	3	1,22	112 Cl.
2,0 gr.	2	1,20	mg.
	1	1,18	100 pro Lit.
pro Liter	5 0 0 0 0 0	1,15	Trocken-
1,9	9 Bacterien		rückstand
	8 pro ccn.	1,12	gr. pro Lit.
1,8	7		96
	6	1,09	92
1,7	5		88
	4	1,06	84
1,6	3		80
	2	1,03	76
1,5	1	1,00	72
	4 0 0 0 0 0		68
1,4	9		64
	8	0,97	60
1,3	7		56
	6	0,94	52
1,2	5		48
	4	0,91	44
1,1	3		42
	2	0,88	
1,0	1	0,85	
	3 0 0 0 0 0		
0,9	9		
	8	0,82	
0,8	7		
	6	0,79	
0,7	5		
	4	0,76	
0,6	3		
	2	0,73	
0,50	1	0,70	
	2 0 0 0 0 0		
0,4	9		
	8 Bacterien	0,67	
0,3	7 pro ccn.		
	6	0,64	
0,2	5		
	4	0,61	
0,1 gr.	13 0 0 0 0		30 Cl.
pro Liter	1 2 1 7 0 0	0,578	mg.
			26 pro Lit.

Auf dieser Curventafel zeigen an:

- organische Substanzen
 - Bacterien
 - - - - den Trockenrückstand
 - - - - den Chlorgehalt,
- und zwar ist die jeweilige Menge aus der Höhe der Ordinate zu ersehen.

Die Abscisse gibt die Tag- resp. Nachtstunden an, letztere sind unterstrichen.





Skizze des Verlauf's der
JSAR
 von München bis Moosburg.

PLAN VON MÜNCHEN



HAUPTAUSLASS

REGENAUSLASS

REGENAUSLASS

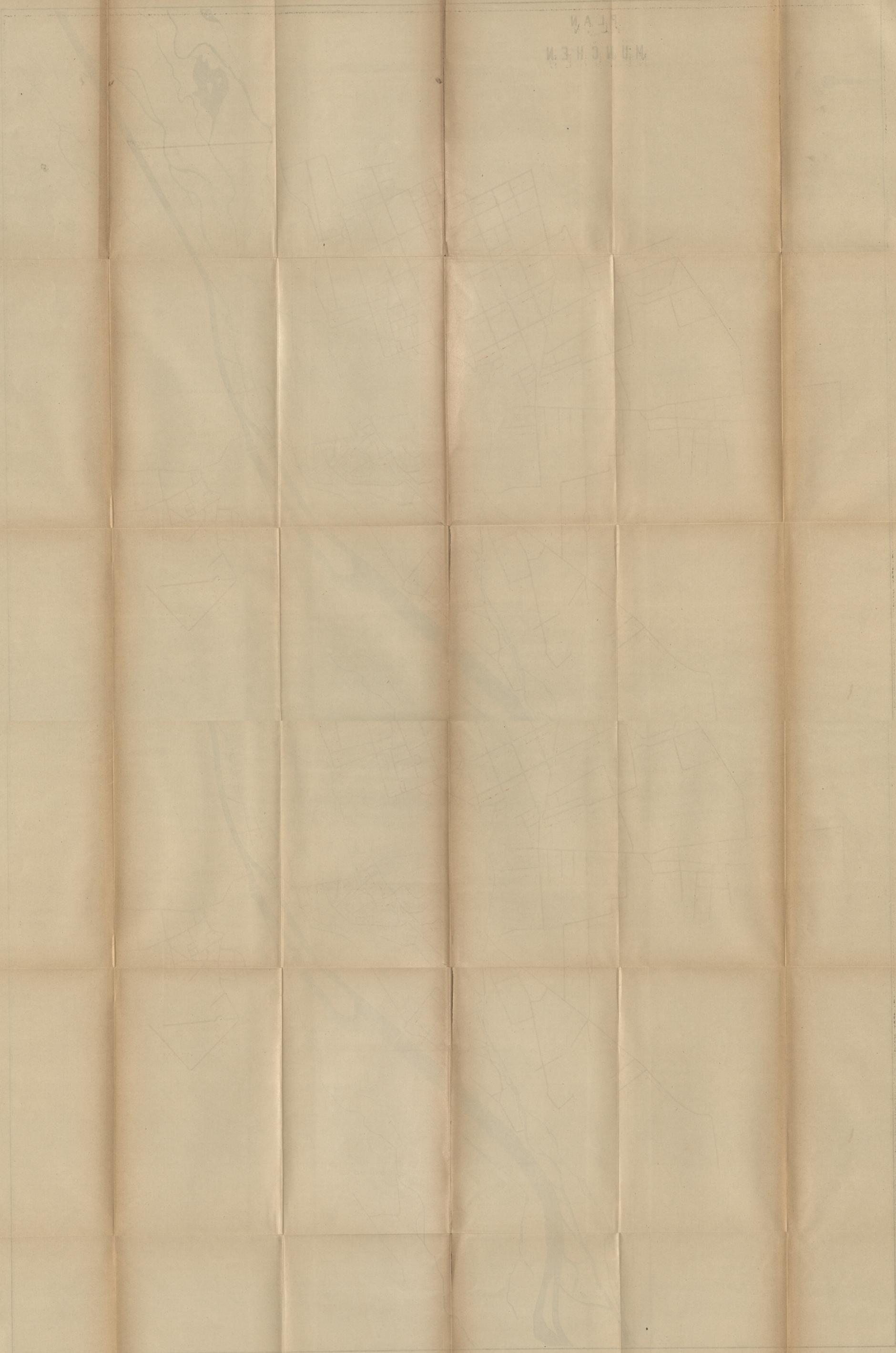
REGENAUSLASS
HAUPTAUSLASS

REGENAUSLASS

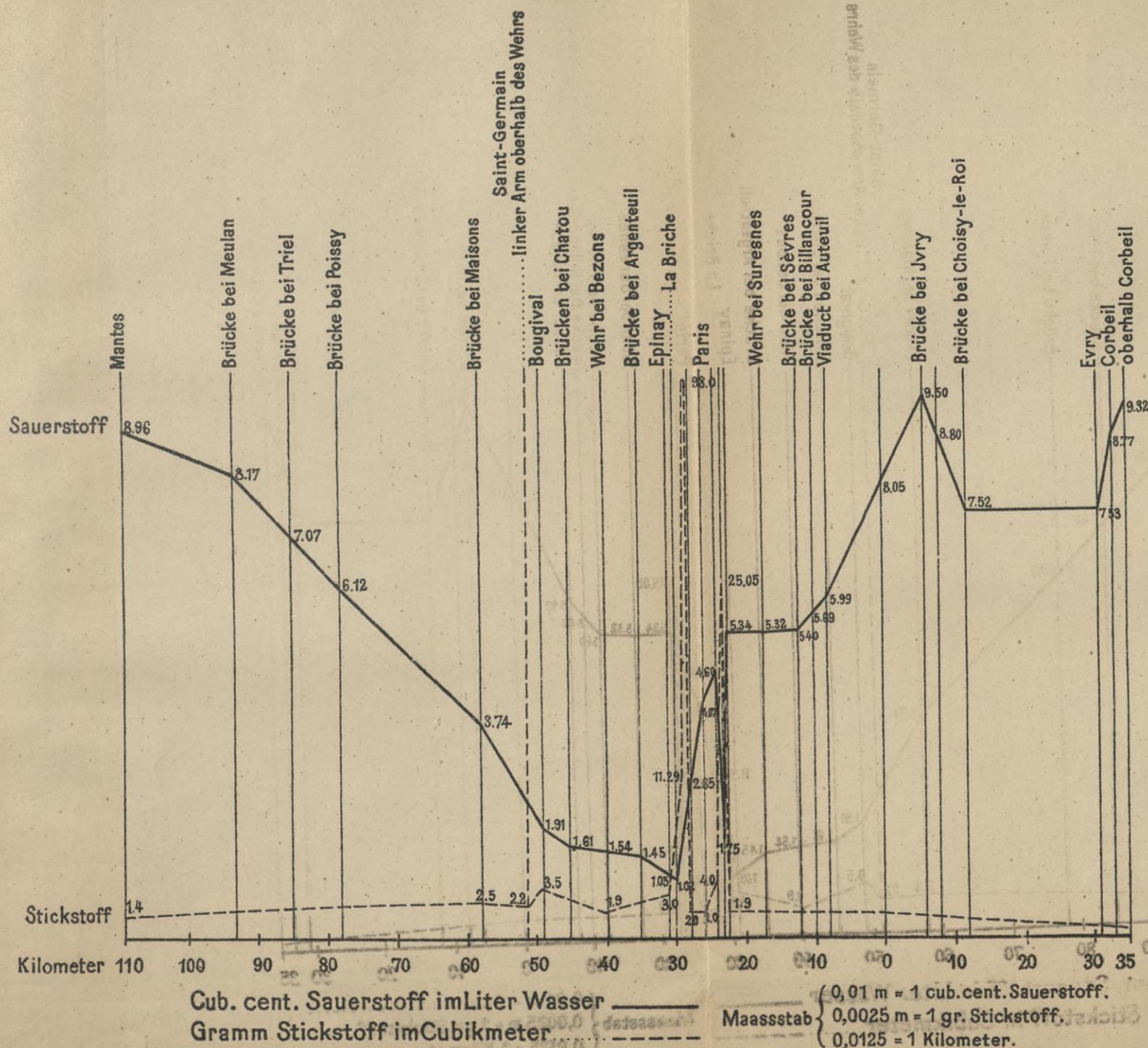
REGENAUSLASS

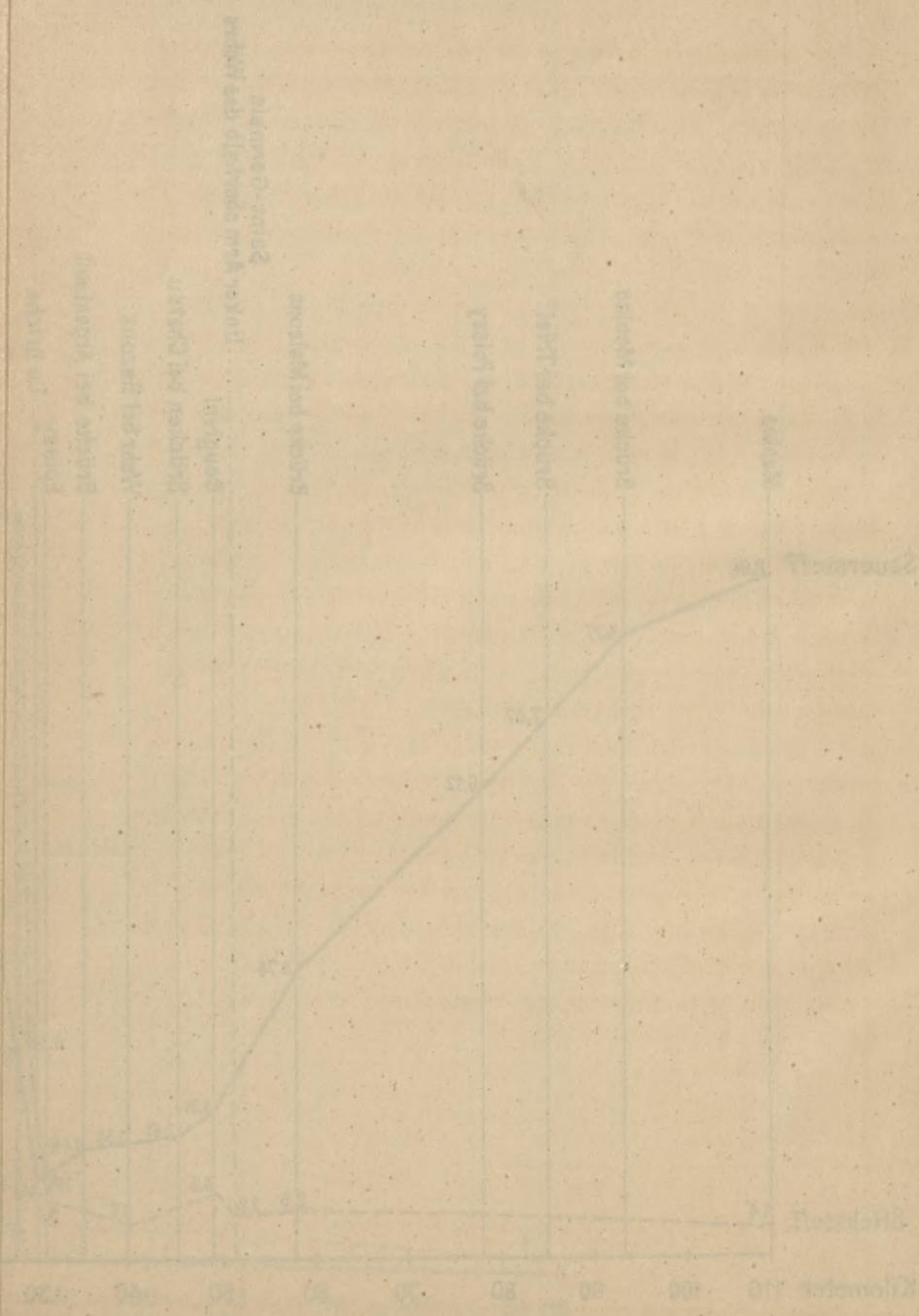
M 1 : 10,000

PLATE
MICHEN



ZUSAMMENSETZUNG DES SEINEWASSERS OBERHALB UND UNTERHALB PARIS.





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

7879

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299597