© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ueber Flussverunreinigung und die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse der Stadt Regensburg.

Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein am 13. Dezember 1897

Von Kreismedizinalrath **Dr. Hofmann.**

Eine der wichtigsten Bedingungen für die Erhaltung der Gesundheit einer Bevölkerung ist die Reinhaltung des Bodens der menschlichen Wohnstätten.

Man hat diess auch schon in den frühesten Zeiten erkannt und bei den verschiedenen Völkern auf die verschiedenste Weise zu erreichen gestrebt.

Von jeher waren es aber die Flüsse, welche man als natürliche Abzugs-Kanäle zur Beseitigung der Abfall-Stoffe benützte, indem man diese, und das war weitaus am häufigsten der Fall, in einfachen offenen Rinnen dem Flusse zuleitete oder auch, und zwar schon in den frühesten Zeiten, in zum Theil grossartig angelegten unterirdischen Kanälen, wie uns die bis auf den heutigen Tag erhaltenen Baudenkmäler aus vielen Städten des Alterthums — ich will hier nur an die berühmte Cloaca maxima in Rom erinnern — beweisen.

Im Mittelalter zeigte man wenig Sinn für Reinlichkeit der Städte und in den meisten liess man die Abfallstoffe einfach in den Boden eindringen, wenn sie nicht ein mitleidiger Regenguss wegspülte, und überliess es ihnen, den Weg in den nächsten Wasserlauf zu finden; allenfalls erleichterte man diesen durch Anlage offener Rinnen oder auch durch unterirdische Kanäle, freilich von primitivster Anlage, welche den meisten Unrath während ihres Verlaufes in den Boden versitzen liessen und nur den geringeren Theil wirklich abführten.

Die menschlichen Exkremente sammelte man in grossen durchlässigen Gruben, welche nicht geräumt wurden, sondern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ihren Inhalt nach und nach in den Boden eindringen und versitzen liessen. Daher der Name Versitzgruben!

Erst als neben manchen anderen gelehrten Aerzten insbesondere v. Pettenkofer, der Begründer und Altmeister der Hygiene, die Schädlichkeit der Verunreinigung des Bodens menschlicher Wohnstätten und deren Zusammenhang mit dem zeitweisen Auftreten gewisser epidemischer Krankheiten wissenschaftlich nachgewiesen hatte, bemühte man sich, die Abfallstoffe in undurchlässigen Gruben oder Behältern (Tonnen) zu sammeln und durch zeitweise Abfuhr aus dem Bereich der Städte zu entfernen, und ebenso die Kanäle, welche zunächst wenigstens die Abwässer beseitigen sollten, mit undurchlässigen Wandungen zu versehen.

In vielen Städten ging man nun, hauptsächlich der Kostenersparniss halber, dazu über, nicht bloss die Abwässer, sondern auch die festen Abfallstoffe, die Fäcalien, den Kanälen zu übergeben und dieselben mit den ersteren fortschwemmen zu lassen.

Ueber die Zulässigkeit bezw. Nützlichkeit der einen oder andern Methode der Entfernung der Abfallstoffe aus den Städten entstand sehr bald in den betheiligten Kreisen der Aerzte, Techniker, Verwaltungsbeamten und Oekonomen ein lebhafter Meinungsaustausch und Streit. Hie Abfuhr, hie Schwemm-Kanalisation waren die Losungsworte.

Dieser Streit ist heute noch nicht entschieden und wird auch niemals in dem Sinne entschieden werden, dass die eine oder andere Methode als die allein richtige anerkannt werden wird. Eines passt sich nicht für Alle, heisst es auch hier; es wird vielmehr stets von den besonderen lokalen Verhältnissen abhängen, welche der genannten Methoden als die bessere zu bezeichnen ist.

Gehen wir nun nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen zu einer Betrachtung dessen über, was in unserer Stadt Regensburg bis jetzt für die Entfernung der Abfallstoffe geschehen ist.

Die Stadt besitzt in ihrem älteren inneren Theile ein theils aus der reichsstädtischen Zeit, theils aus den 30ger Jahren stammendes altes Kanalnetz, welches, nicht nach einem einheitlichen System angelegt, aus sehr primitiv gemauerten, nichts weniger als undurchlässigen Kanälen von 4eckigem Quer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schnitt besteht und mit mehr als 30 einzelnen, noch innerhalb der Stadt gelegenen Auslässen in die Donau mündet.

Im Jahre 1889 wurde durch den städtischen Wasserwerksdirektor Herrn Ruoff für das gesammte Stadtgebiet ein neues, allen Anforderungen der Hygiene vollkommen entsprechendes Kanalisationsprojekt ausgearbeitet, nach welchem zunächst an die Kanalisation der neuen äusseren Stadttheile geschritten wurde.

Zur Zeit sind nach diesem neuen System kanalisirt die Ostenvorstadt, das Westviertel und der äussere Stadttheil nördlich der Bahn. Ferner ist fertig gestellt der grosse Hauptsammelkanal vom Jakobsthor bis zur Straubinger Landstrasse mit dem Hauptauslass an der Donaulände unterhalb der kgl. Villa. Von der inneren Stadt sind bis jetzt nur einige Strassen (Wahlenstrasse, Weissgerbergraben, Schottenstrasse und Wiesmeierweg) kanalisirt. Es sind im ganzen 6460 m gemauerte und 5407 m Rohrkanäle, zusammen 11827 m. Im kommenden Jahre sollen weitere 2000 m Kanäle gebaut werden.

Dieses Kanalnetz befreit die Stadt:

1) von dem Meteorwasser, soweit diess nicht in den Boden eindringt oder verdunstet;
2) von dem Ueberlaufwasser der Wasserleitung;
3) von allen Hausabwässern aus Küchen, Waschküchen, Bädern, Fabriken etc.;
4) von dem Ueberlauf zahlreicher Pissoirs (127);
5) von einem Theil der menschlichen Exkremente durch Vermittlung von Wasserclosets und Grubenüberläufen (173, davon 111 mit Grubenüberläufen).

Alle diese unreinen Flüssigkeiten werden in die Donau geführt!

Damit ist aber, werden Sie sagen, die Reinhaltung des Bodens auf Kosten der Verunreinigung des Flusses durchgeführt, die vielleicht ebenso bedenklich ist, wie die Verunreinigung des Bodens.

Sie haben recht, meine Herren, eine Verunreinigung des Flusses findet dadurch statt, aber es fragt sich nur:

a) in welchem Grade und
b) mit welchen Folgen?

Bevor wir aber an diese Untersuchung herantreten, muss ich doch darauf aufmerksam machen, dass das Wasser aller

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Flüsse von vorneherein und abgesehen von allem menschlichen Zuthun immer nur relativ rein ist, denn jeder Fluss erhält während seines ganzen Laufes theils direkt, theils durch seine Nebenflüsse überall Unreinigkeiten, d. h. von der Verwesung zahlreicher Pflanzen- und Thierreste herrührende Stoffe, welche die atmosphärischen Niederschläge von der Oberfläche der Flussufer abspülen, bezw. auflösen und dem Flusse zuführen. Denn überall trifft das Wasser, das auf den Boden gelangt ist, auf Leichen, pflanzliche und thierische und auf die Abfälle des Lebendigen. Je mehr die Ufer des Flusses bewohnt und cultivirt sind, desto stärker sind die Verunreinigungen. Sie brauchen dabei nur an die Düngung der Felder und Wiesen und an die Zuflüsse aus zahlreichen Oekonomie treibenden Ortschaften zu denken! Bei jedem Hochwasser aber wird die Verunreinigung des Flusses derartig, dass das Wasser schon auf den ersten Blick als schmutzig erscheint.

Den Grad dieser, wollen wir sagen, unvermeidlichen oder natürlichen Verunreinigung erkennen wir aus der chemischen Analyse des Donauwassers oberhalb der Stadt bei Winzer. Nach dem von den Herren Dr. Mulzer und Apotheker Leixl ausgeführten Untersuchungen, welche mit den früher schon von Professor Sendtner in München ausgeführten Analysen gut übereinstimmen, enthält ein Liter Donauwasser an der bezeichneten Stelle:

Trockenrückstand: 240—286 milligr.,
Chlor: 5—7,5 „
Organische Stoffe: 4,4—10,3 „ Kaliumpermanganat,
Bakterien: 700—8700 in einem cbcm.

Zu dieser Analyse will ich noch erläuternd bemerken, dass der „Trockenrückstand“ besteht aus Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Chlor, schwefelsauren und kohlensauren Verbindungen und organischen Stoffen, welche ungefähr incl. der Kohlensäure 65 Theile des Trockenrückstandes ausmachen und durch den Glühverlust des Rückstandes ermittelt werden.

Die Menge der organischen Stoffe ist, wie allgemein üblich, durch den Verbrauch von Kaliumpermanganat ermittelt worden. Diese, wie bekannt, schön roth gefärbte Lösung entfärbt sich, unter gewissen Cautelen dem zu prüfenden Wasser beigesetzt, so lange als noch organische Stoffe, welche durch das Reagenz oxydirt werden, vorhanden sind. Je mehr also von letzterem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

verbraucht wird, desto grösser ist der Gehalt an organischen Stoffen in dem untersuchten Wasser.

Die unvermeidliche Verunreinigung der Donau ist demnach keine bedeutende und viele Quellwässer, welche unbedenklich als Trinkwasser verwendet werden, enthalten grössere Quantitäten der oben genannten Stoffe. Die Ursache der geringen natürlichen Verunreinigung ist, wie wir später sehen werden, lediglich die ungeheuere Masse des Donauwassers.

Gleichwohl wird es sich niemals empfehlen, ungereinigtes d. h. unfiltrirtes Flusswasser zur Trinkwasser-Versorgung zu benützen.

Das Kanalwasser, welches nun aus den zahlreichen Auslässen innerhalb der Stadt und aus dem an der Dampfschifflände mündenden Hauptkanal in die Donau strömt, führt, obwohl es gegenüber dem Kanalwasser anderer Städte nicht sehr concentrirt ist, dem Flusse nun freilich eine grosse Menge von Schmutzstoffen zu.

Seine Zusammensetzung ist begreiflicherweise sehr schwankend, je nach Jahres- und Tageszeit und der Witterung. Bei Regenwetter z. B. werden mit dem Schmutze der Strassen, Höfe und Dächer ungemein viel organische und mineralische Stoffe (Sand) in die Kanäle geschwemmt.

Das Kanalwasser enthält nun nach den Untersuchungen der Herren Dr. Mulzer und Leixl im Liter:

Trockenrückstand 306—1075 milligr., 751 milligr. im Mittel,
Chlor 25–49 milligr.,
Organische Substanzen 46—183 milligr. Kaliumpermanganat,
Bakterien 250,000—1,200000 im cbcm.

Ausserdem enthält es noch viel Amoniak und salpetrige Säure.

Der Unterschied gegen die sog. natürliche Verunreinigung des Donauwassers, welche wir vorher betrachtet haben, ist demnach ganz gewaltig.

Wir müssen aber nun noch weitere Vergleiche zwischen Donauwasser und Kanalwasser anstellen und zwar sehr wichtige, nämlich bezüglich der Quantität und der Strömungsgeschwindigkeit beider.

Nach den Messungen des k. Strassen- und Flussbauamtes oberhalb der Stadt bei der Fähre in Pfaffenstein führt die Donau bei einem Pegelstand von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

— 0,5 m	170	Sekunden-Cbm.
0 m	240	„
+ 1,17 m	430	„
+ 2,03 m	750	„
+ 2,90 m	1400	„
+ 3,70 m	2640	„

Als Mittelwasserstand wird amtlich der Pegelstand von 1,17 m mit 430 Sec.-Cbm. Wasser angenommen.

Die Stromgeschwindigkeit der Donau beträgt nach den Aufzeichnungen desselben Amtes oberhalb der Stadt bei Niederwinzer

bei	0 m	Pegel	0,87 m	in	der	Sekunde,
„	1,17 m	„	0,93 m	„	„	„
„	5,08 m	„	1,59 m	„	„	„

Unterhalb der steinernen Brücke ist die Stromgeschwindigkeit viel grösser; sie betrug z. B. nach kürzlich vorgenommener Messung bei einem Pegelstand von nur + 0,07 m schon 1,0 m in der Sekunde. Selbstverständlich ist die Strömungsgeschwindigkeit an der Sohle des Flusses und an den Ufern stets geringer als in der Mitte des Flusses.

Die Menge des abzuführenden Kanalwassers lässt sich leider nicht direkt messen, da diess nur in dem Hauptsammler möglich wäre, welcher jedoch, wie aus den einleitenden Bemerkungen hervorgeht, nur einen Theil der Abwässer abführt während der übrige Theil in zahlreichen kleinen Kanälen der Donau zugeführt wird. Wir müssen daher Berechnungen anstellen!

Die Hauptmasse der Abwässer besteht ohne Zweifel aus dem von der städtischen Wasserleitung gelieferten Wasser, welches nach mannichfachem Gebrauch in den Häusern, Fabriken und Werkstätten, zum Strassenreinigen etc. in die Kanäle gelangt. Man kann dabei wohl annehmen, dass dasjenige Quantum Wasser, welches auf diesem Wege wirklich verbraucht wird zum Trinken, oder verdunstet, oder in den Boden versitzt, durch das aus zahlreich noch vorhandenen Brunnen gelieferte Wasser ersetzt wird.

Nach den Aufzeichnungen des städtischen Wasserwerkes hat dasselbe im Durchschnitt der letzten 5 Jahre per Tag geliefert:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

in maximo 8100 cbm oder 94 Sek.-Liter,
in minimo 4600 „ „ 53 „
im Mittel 6300 „ „ 73 „

Hiezu kommt noch das Wasser des sogen. Vitusbaches, welches zur Spülung der Kanäle verwendet wird.

Die Wassermenge des Vitusbaches, der auch die Weiher im Karmelitengarten zu Kumpfmühl und im Fürstengarten speist, ist allerdings sehr wechselnd, im Sommer eine geringe, im Winter dagegen, namentlich zur Zeit der Schneeschmelze eine ziemlich bedeutende; sie schwankt von 12—100 Sekunden-Liter. Nimmt man hievon das Mittel mit 56 Sek.-Liter an, so ergeben sich doch per Tag 4838,4 cbm. Rechnet man hiezu das Mittel des täglich von der Wasserleitung gelieferten Wassers mit 6300 cbm, so ergeben sich per Tag 11138 cm Abwässer.

Von den Fäcalien und dem Urin, welche, wie wir später sehen werden, nur einen sehr unbedeutenden Theil der Abwässer ausmachen, wollen wir vorläufig, von den Meteorwässern aber ganz absehen, weil von ersteren, wie wir eingangs gehört haben, bis jetzt nur ein sehr geringer Theil in die Kanäle gelangt, und die niemals ganz verlässige Berechnung der Menge der Meteorwässer mehr technischen Werth für die Berechnung der Querschnitte der Kanäle, als hygienische Bedeutung besitzt, da Niemand gegen den Einlass von Regenwasser in die Flüsse etwas einzuwenden haben wird.

Wenn wir nun die berechnete Abwassermenge mit der Wassermenge, welche sich bei niederstem Pegelstande i. e. nur bei anhaltendem trockenen Wetter ergibt, vergleichen, so werden wir keinen Fehler dadurch machen, dass wir die Meteorwässer ausschliessen.

Die Geschwindigkeit des Kanalwassers beträgt bei anhaltend trockenem Wetter im Hauptsammler 0,56 m in der Sekunde, also weniger als die des Donauwassers bei sehr niederem Pegelstand an der Stelle der Ausmündung dieses Hauptsammlers. In den kleinen alten Kanälen ist die Bewegung des Wassers wegen der breiten und rauhen Sohle dieser Kanäle jedenfalls noch viel langsamer als im Hauptsammler. Von welch grosser Bedeutung diese Differenzen sind, werden wir bald hören.

Nehmen wir nun, um ja die ungünstigsten Verhältnisse zu treffen, die Abwassermengen statt der berechneten 11138 cbm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zu rund 12000 cbm. an und vergleichen diese mit der Wassermenge der Donau, welche bei dem niedersten Pegelstande von — 0.5 m mit 170 Sek.-Cbm. täglich an unserer Stadt vorbeifliesst, so stehen den 12000 cbm Kanalwasser 14,688000 cbm Donauwasser gegenüber, was eine **1224 fache** Verdünnung der ersteren ausmacht. Diese Verdünnung wird noch vermehrt durch die bald nach der Einmündung des Hauptsammlers in die Donau fliessenden Wassermassen des Regens und wird auch bei höheren Wasserständen der Donau noch viel bedeutender.

In München, welches seit einigen Jahren alle seine Abwässer samt den Fäcalien der Isar übergibt, ist die Verdünnung der ersteren nur eine ca. **87 fache,** da dort einer Wassermasse der Isar von nur ca. 34 Sek.-Cbm. eine Kanalwassermenge von 0.346 Sek.-Cbm. gegenübersteht, während hier das Verhältniss 170 Sek.-Cbm. Donauwasser zu 0,14 Sek.-Cbm. Kanalwasser besteht. Die Verhältnisse sind also hier viel günstiger, zumal auch die Geschwindigkeit der Donau unterhalb der steinernen Brücke (1 m in der Sekunde) derjenigen der Isar kaum nachsteht.

Die hier bestehende Verdünnung der Kanalwässer ist eine so bedeutende, dass durch das Gesicht von einer Verunreinigung des Wassers keine Spur wahrgenommen werden kann, wie Sie sich leicht durch Herstellung einer solchen Verdünnung der hier zur Verfügung stehenden Probe Kanalwassers überzeugen können.

Sie werden mir zwar jetzt einwenden, dass man von der geschehenen Verunreinigung des Wassers allerdings nichts sehe, dass sie aber trotzdem vorhanden sei und das anscheinend noch reine Wasser eckelhaft gemacht habe. Sie hätten ganz recht, meine Herren, wenn die Verhältnisse so lägen, wie hier in diesem Glase! In der Natur aber, d. h. im Flusse wird die geschehene Verunreinigung nicht bloss nicht mehr sichtbar, sondern sie verschwindet, wie chemisch nachweisbar, gänzlich in Folge des Vorganges, den wir die Selbstreinigung der Flüsse nennen und im weiteren Verlauf meines Vortrages noch genau kennen lernen werden.

Welche Folgen wird nun diese Verunreinigung haben, was fürchtet man von ihr?

Zweierlei ist es, was die Einleitung städtischer Kanalwässer in die Flüsse bedenklich erscheinen lässt, die Bildung von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schlamm- oder gar Kothbänken im Flusse mit ihren unvermeidlichen Ausdünstungen und die Weiterverbreitung der Keime ansteckender Krankheiten, welche, das muss zugegeben werden, mit den Abwässern des menschlichen Haushaltes in den Fluss gelangen können.

Von den allenfallsigen Schädigungen der Fischzucht, gewisser Gewerbebetriebe und der Landwirthschaft will ich heute nicht reden, da wir es nur mit dem hygienischen Theil der Frage zu thun haben. Nur ganz kurz sei erwähnt, dass von Gewerben durch Flussverunreinigung geschädigt werden können die Schifffahrt durch Verschlammung des Flussbettes, dann Wäschereien, Papierfabriken, Brauereien und Bäckereien durch das unreine Wasser. Die Landwirthschaft kann, abgesehen von dem oft beklagten Entgang werthvoller Dungstoffe, geschädigt werden durch Verschlammung bebauter Flussufer und durch den Gehalt des Flusswassers an Chlor, Brom, Zinksalzen, Arsen etc., welche durch gewerbliche Abwässer in dieses gelangt sind.

In Beziehung auf den ersten Punkt (Verschlammung etc.) liegen nun allerdings einige haarsträubende Berichte vor, namentlich über die Verunreinigung der Seine durch die Abwässer von Paris, erstattet von einer von dem Minister der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1874 eingesetzten Commission und über die Verunreinigung englischer Flüsse durch die 1868 eingesetzte Commission zur Auffindung der besten Methode, die Verunreinigung der Flüsse zu verhüten. Wer diese Berichte ohne weitere Kritik gelesen hat, der wird allerdings nie mehr etwas wissen wollen von der Einleitung von Kanalwässern, insbesondere von solchen, welche Fäcalien enthalten, in öffentliche Flussläufe.

Wenn man aber der Sache genau nachgeht, so findet man überall, dass die Verunreinigung nur deshalb eingetreten ist, weil die Menge der abzuführenden Kanalwässer im Vergleich zur Menge des zu Gebote stehenden Flusswassers viel zu gross war, weil das Gefäll resp. die Strommgeschwindigkeit oder die Länge des Flusslaufes viel zu gering, oder die abzuführenden Wässer von ganz besonders bedenklicher Art waren, wie bei vielen Fabrikbetrieben namentlich in England.

Pettenkofer hat schon vor längerer Zeit (1876) einen Vergleich angestellt zwischen den Verhältnissen in Paris und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

München, aus dem man recht deutlich erkennen kann, dass in Paris die Sache schlecht gehen musste. In Paris standen nämlich damals einer Wassermenge von 45 Sek.-Cbm. in der Seine 3 Sek.-Cbm. Kanalwasser gegenüber, das ist ein Verhältniss von 100 : 6,66; in München dagegen standen einer Wassermenge von 30 Sec.-Cbm. in den Stadtbächen 0,346 Sek.-Cbm. Kanalwasser gegenüber, also ein Verhältniss von 100 : 1,15, demnach eine 5mal grössere Verdünnung; dazu kommt, dass die Seine eine Geschwindigkeit von nur 0,15 m in der Sekunde hat, die Isar dagegen 1 m, also 7mal mehr!

Sie sehen, meine Herren, es heisst eben auch hier: est modus in rebus! Man darf nicht nach einer Schablone verfahren, sondern muss in jedem einzelnen Falle alle Verhältnisse genau erwägen, dann wird man zu dem Schlusse kommen, dass man in einem Falle unbedenklich die Abwässer einer Stadt in den Fluss einleiten darf, in einem anderen erst nach vorausgegangener Reinigung (durch Berieselung oder Klärung) und in einem dritten Falle gar nicht.

Von unseren deutschen Flüssen ist keiner in so hohem Grade verunreinigt worden, wie die Seine in Paris oder die englischen Flüsse, besonders die Themse. Es kommt diess daher, dass die meisten unserer Flüsse grössere Wassermengen und einen längeren Lauf haben, als namentlich die englischen, und dass man bei uns, belehrt durch die anderweitigen Erfahrungen, doch vorsichtiger gewesen ist. Gleichwohl sind Klagen über die Verunreinigung mancher Flüsse, so z. B. des Maines bei Frankfurt, des Rheines bei Köln, der Oder bei Stettin etc. laut geworden. Die preussische Regierung hat deshalb s. Z. den betreffenden Städten auf Grund eines Gutachtens der wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen, nach welchem nur reine oder gereinigte Abwässer in die Flüsse geleitet werden dürfen, die Errichtung von sehr theueren Kläranlagen für die Abwässer vorgeschrieben. Aber man hat schliesslich doch eingesehen, dass sich allgemein gültige Vorschriften in dieser Beziehung nicht aufrecht erhalten lassen und hat z. B. erst in neuester Zeit der Stadt Hannover mit 160,000 Einwohnern gestattet, ihre Abwässer ungereinigt in die Leine laufen zu lassen, die nur 12 Sek.-Cbm. Wasser führt.

Während die Frankfurter kostspielige Kläranlagen unterhalten müssen, lässt man in Würzburg alle Kanalwässer incl.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Fäkalien in den Main, der beim niedersten Wasserstand nur 29,5 Sek.-Cbm. Wasser und oberhalb der neuen Brücke nur 0,29 m Geschwindigkeit in der Sekunde, unterhalb dieser Brücke aber allerdings eine solche von 0,70 m hat. Die Kanäle sind von alter Bauart, münden einzeln rechtwinklig in den Fluss innerhalb der Stadt; ein Sammelkanal fehlt gänzlich. Hier gibt es allerdings Schlammbänke an der Ausmündung der Siele, die durch Baggerung zeitweise entfernt werden müssen. Diese Uebelstände werden aber sofort verschwinden, wenn der schon projektirte Hauptsammler gebaut sein wird, der sämmtliche Abwässer unterhalb der neuen Brücke in den dort schneller fliessenden Strom führt, da die Schnelligkeit des Wassers in den Kanälen nur 0,35 m in der Sekunde beträgt.

Gleichwohl sind auch unter diesen ungünstigen Umständen keinerlei hygienische Nachtheile von dieser Flussverunreinigung bekannt geworden, wie ich als ehemaliger Bezirksarzt der Stadt Würzburg selbst bezeugen kann.

Auch die Wupper bei Elberfeld ist ein Beispiel eines Flusses, bei dem die Einleitung der Kanalwässer einer grossen Stadt ohne nachtheilige Folgen geblieben. Das grossartigste Beispiel aber ist der Tiber bei Rom, in welchen die berühmte Cloaca maxima schon seit dem Jahre 600 v. Chr. und auch jetzt noch alle Abwässer der ewigen Stadt führt, ohne den Fluss dauernd verunreinigt zu haben.

Hier in Regensburg aber haben wir sicher gar nichts zu fürchten, da einmal die Verdünnung der Kanalwässer ungeheuer gross ist und anderseits die Geschwindigkeit der Donau auch oberhalb der steinernen Brücke immer noch viel bedeutender ist, als die des Kanalwassers in den kleinen Kanälen innerhalb der Stadt. Es haben sich deshalb auch an der Ausmündung dieser Kanäle noch niemals Schlammbänke gebildet, obwohl sie vielleicht schon seit Jahrhunderten die Abwässer der Stadt in die Donau führen. Die rasche Bewegung des Flusswassers lässt eben die im Kanalwasser schwebenden festen Bestandtheile nicht zum Niedersinken kommen, sondern reisst sie mit sich fort.

Doch nun genug der Beispiele für und wider! Wir wollen jetzt lieber an einem bestimmten Beispiele uns klar machen, was mit den in den Fluss eingeleiteten Kanalwässern weiter geschieht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Man darf nicht von vornherein erwarten, dass die Unreinigkeiten der Kanalwässer sofort an der Stelle verschwinden, wo sie in den Fluss eintreten, bezw. dass die Vermischung mit dem Flusswasser und die oben angegebene Verdünnung sofort eintreten wird.

Eine Strecke lang wird man immer das schmutzige Sielwasser an der Seite des Flusses, wo der Kanal einmündet, sehen, ebenso wie man eine Strecke lang das Regenwasser oder das Naabwasser in der Donau verfolgen kann. Allein die Vermischung erfolgt bald, allerdings verschieden bei den verschiedenen Flüssen, und wird hier z. B. speziell dadurch begünstigt, dass die Strömung der Donau mehrmals von einem zum anderen Ufer überspringt.

So lange aber das Kanalwasser noch mehr oder weniger unvermischt mit und in dem Strome dahinfliesst, ist es durchaus ungefährlich, denn eine nennenswerthe Senkung seiner Bestandtheile bezw. festen Stoffe kann da noch nicht stattfinden, da, wie wir gehört haben, die Geschwindigkeit des Flusswassers eine grössere ist, als diejenige des Kanalwassers, und anderseits können die organischen Stoffe des Kanalwassers auch nicht faulen, denn die Bewegung des Wassers ist, wie wir noch sehen werden, ein mächtiges Hinderniss für die Fäulniss.

Es ist daher von wenig Bedeutung, ob die vollständige Vermischung des Kanal- und des Flusswassers schon nach 10 oder 20 oder 30 Kilom. erfolgt ist, wenn man nur nicht gerade aus der verunreinigten Strecke des Flusses Trinkwasser beziehen will.

Die zahlreichen Untersuchungen an der Isar haben nun das ganz bestimmte Resultat ergeben, dass das Wasser, obwohl es durch die Kanalwässer Münchens arg verunreinigt wird, doch schon bei Ismaning, also 13 Kilom. unterhalb Münchens, nahezu dieselbe Zusammensetzung hat, wie oberhalb Münchens, und dass bei Freising, 33 Kilom. unterhalb München, von einer Verunreinigung absolut nichts mehr wahrzunehmen ist.

Ganz ähnliche Resultate wurden auch hier an der Donau gefunden durch die Untersuchungen, welche die Herren Dr. Mulzer und Apotheker Leixl angestellt haben. Dabei ergab sich, dass das Donauwasser in mehreren Fällen schon bei Schwabelweiss, sicher aber bei Donaustauf nahezu oder auch ganz gleichen Gehalt an festen Bestandtheilen, gelösten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

organischen Stoffen und Chlor besitzt, wie oberhalb Regensburg bei Winzer.

Die nachfolgende Tabelle gibt hierüber ziffermässigen Aufschluss:

Analyse des Isarwassers.

Datum und Pegelstand	Ort der Entnahme	Entfernung von München in Kilom.	Feste Bestandtheile	Chlor	Organ. Stoffe Permanganat Verbrauch	Bakterien in 1 cbcm
			Milligr. in Liter			
27/10. 88.	Bogenhauser Brücke	1,0	244,8	3,9	5,32	11,240
„	Im Haupt-Siel kurz vor Einfluss in die Isar	2,2	748,8	49,4	139,0	103,759
„	100 m hinter dem Einfluss des Eisbaches	3,1	244,0	4,5	5,49	21,120
„	Ziegelstadel	10,0	237,6	3,6	4,49	12,160

Analyse des Donauwassers.

9/12. 96. 0,30 m	Winzer in der Mitte des Flusses	—	271	5	10,5	900
„	Im Hauptkanal	—	1075	35,5	150,6	250,000
„	100 m unterhalb des Haupt-Kanals am Ufer	—	275	7	13,8	37,000
„	Bei Donaustauf in der Flussmitte	—	272	6	12,2	5,400

Nur der Bakteriengehalt, der 100 m unter der Einmündung des Hauptkanales noch 37000 im cbcm. betrug, ist bei Donaustauf noch nicht auf die niedrige Zahl zurückgegangen, welche bei Winzer gefunden worden war.

Dasselbe Verhältniss findet auch in der Isar statt, wo noch bei Freising ein etwas höherer Bakteriengehalt gefunden wurde als oberhalb München. Uebrigens wurde überall, wo genau darauf untersucht wurde, dasselbe Verhältniss gefunden; die Bakterienzahl, welche im Kanalwasser eine bedeutende Höhe hat, z. B. hier 250,000 bis 1,200,000 im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

cbcm, nimmt nach dem Uebergang ins Flusswasser sehr rasch ab, wie aus der Tabelle zu ersehen, weiterhin aber in der Regel viel langsamer. Man darf hieraus wohl schliessen, dass von den Bakterien, welche das Kanalwasser mit sich führt, eine grosse Masse im Flusse sehr bald zu Grunde geht (Fäulnissbakterien), während diejenigen Bakterien, welche sich dem Aufenthalt im fliessenden reinen Wasser anpassen können (Wasserbakterien), bleiben, und sich wahrscheinlich sogar vermehren. Dass diess aber eher ein Vortheil, als ein Nachtheil ist, werden wir später zu constatiren Gelegenheit haben.

Gleiche Verhältnisse wie bei der Isar und Donau haben sich auch anderwärts in Deutschland nachweisen lassen, so an der Oder bei Breslau, am Rhein bei Köln (zwischen Marienberg und Vollmerswerth), an der Donau bei Wien, an der Ocker zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig, am Pregel bei Königsberg, am Main bei Würzburg, an der Elbe, der Ill u. s. w.

Was ist nun die Ursache dieser merkwürdigen und auffallenden Erscheinung? Antwort: Die Selbstreinigung der Flüsse. Diese Selbstreinigung wird bewirkt durch chemische, physikalische und biologische Prozesse.

In chemischer Beziehung spielt der Sauerstoff eine Hauptrolle, der in jedem Wasser reichlich vorhanden ist und das thierische und pflanzliche Leben in demselben ermöglicht; der Sauerstoff verbindet sich mit den im Wasser löslichen und sich zersetzenden organischen Verbindungen, indem er die übelriechenden Endprodukte dieser Zersetzungen, besonders Amoniak und Schwefelwasserstoff, sogleich oxydirt unter Bildung von salpeter- und schwefelsauren Salzen.

Dass der Sauerstoff des Wassers zu solchen Zwecken wirklich verbraucht wird, haben sehr deutlich die Untersuchungen über die Verunreinigung der Seine bei Paris gezeigt. Hier bestimmte man 35 Kilom. oberhalb Paris den Sauerstoffgehalt des Wasssers und constatirte, dass derselbe, je mehr sich der Fluss Paris nähert und an den zahlreichen Vororten vorüberfliesst, immer mehr abnahm, bis er endlich nach Aufnahme des Hauptkanales bei Paris selbst fast auf 0 reduzirt wurde, so dass Fische in dem Wasser nicht mehr leben konnten; je mehr sich aber der Fluss von der Mündung des Hauptsieles entfernt, desto mehr stieg wieder der Gehalt an Sauerstoff und hatte 110 Kilom.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

unterhalb Paris wieder dieselbe Höhe erreicht, wie 35 Kilom. oberhalb der Stadt.

Pettenkofer macht auch hinsichtlich der Wichtigkeit des Sauerstoffes für die Reinhaltung des Wassers darauf aufmerksam, dass man das Wasser in Seethier-Aquarien, in welches doch alle Exkremente der betreffenden Tiere und die verwesenden Pflanzentheile hineinkommen, viele Monate lang rein erhalten kann, wenn man nur für genügende Sauerstoffzufuhr sorgt.

Von physikalischen Prozessen kommen, abgesehen von der schon erwähnten enormen Verdünnung des Kanalwassers insbesondere noch in Betracht das Licht, die Bewegung und die Anziehungskraft (Sedimentirung).

Dass das Licht namentlich auf zahlreiche Bakterien entwicklungshemmend, wenn nicht tödtend wirkt, hat Professer Buchner in München durch einen schönen Versuch nachgewiesen. Buchner brachte in eine mit noch flüssiger Nährgelatine versehene Glasschale eine kleine Portion (etwa so viel wie ein Stecknadelknopf) einer Bakterienkultur, z. B. des Typhus-Bacillus, und vermischte dieselbe innig mit der Gelatine. Auf den Deckel der Glasschale wurde eine aus dunklem Carton ausgeschnittene Figur, z. B. ein Kreuz, geklebt. Nach Erstarrung der Gelatine wurde die Glasschale dem Sonnenlichte ausgesetzt und nun ergab sich die merkwürdige Thatsache, dass die Bakterien überall da, wo die Gelatine beschattet war, üppig wuchsen, und so die Form des auf dem Deckel der Glasschale geklebten Kreuzes auf der Gelatine-Fläche deutlich und scharf nachzeichneten, während die stets belichtet gebliebenen Theile der Gelatine-Oberfläche vom Bakterienwachsthum ganz frei blieben. Nach Buchner erstreckt sich die entwicklungshemmende Wirkung des Lichtes auf Bakterien, speziell auf den Typhus-Bacillus, im Wasser bis zu 2 m Tiefe.

Die Bewegung des Wassers ist insofern von Bedeutung, als sie einmal den Sauerstoffzutritt erleichtert, andererseits ein direktes Hinderniss für die Fäulniss ist; denn Fäulniss tritt nur ein bei Ruhe des umgebenden Mediums und Mangel an Sauerstoff, also hier etwa an seichten Stellen des Ufers oder in Altwässern, aber auch da nur bei Sauerstoff-Mangel und Mangel anderer Faktoren, die wir alsbald kennen lernen werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eine der wichtigsten und vielleicht die Hauptrolle spielt die Anziehungskraft resp. die durch dieselbe bewirkte Sedimentirung. Alle festen Bestandtheile des Kanalwassers, ebenso aber auch alle festen Bestandtheile der eingangs erwähnten, unvermeidlichen oder natürlichen Fluss-Verunreinigungen werden allmählig zu Boden sinken und zwar um so schneller, je langsamer die Bewegung des Wassers ist. Ist diese Bewegung des Wassers langsamer als die des Sielwassers, so sinken die festen Stoffe alsbald nach dem Eintritt in den Fluss zu Boden!

Aber unter solchen Verhältnissen darf man eben, wie wir schon gesehen haben, Kanalwässer überhaupt nicht in einen Fluss einleiten!

Die Sedimentirung der festen Stoffe ist es nun, welche am meisten zur Befürchtung der Verschlammung der Flüsse Anlass gibt; wenn die festen Stoffe zu Boden sinken, so müssen sie sich da im Laufe der Jahre immer mehr anhäufen und schliesslich scheusslich stinkende Schmutzbänke bilden, wie in der Seine bei Paris, werden wohl auch Sie, meine Herren, einwenden.

Sie würden Recht haben, meine Herren, wenn der Fluss einfach ein Reservoir mit festen Wänden wäre und wenn jetzt nicht der dritte und Hauptfaktor des Selbstreinigungsprozesses helfend eintreten würde, nämlich das organische Leben auf und in dem Boden des Flusses. Sie dürfen sich nicht vorstellen, meine Herren, dass das, was auf den Boden des Flusses niederfällt, unverändert liegen bleibt.

Was von den da abgelagerten festen Bestandtheilen organischer Natur ist — und nur das ist ja bedenklich — wird theils sofort von zahlreich vorhandenen Algen, namentlich den zierlichen Diatomeen, welche im Sande und Schlamme der Donau überall massenhaft vorkommen, als willkommene Nahrung aufgenommen, theils von den noch zahlreicher vorhandenen Spaltpilzen zersetzt.

Unter den im Flussboden ebenso wie überall in der Erde massenhaft vorhandenen Spaltpilzen gibt es verschiedene Gruppen mit verschiedener Funktion; die einen zerlegen die ins Wasser gelangten Reste thierischer oder pflanzlicher Abkunft in die Elemente, aus welchen sie zusammengesetzt sind; sie machen den Sticktoff frei, der sich alsbald mit Wasserstoff

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zu Amoniak verbindet, ferner den Kohlenstoff, der mit dem im Wasser vorhandenen Sauerstoff Kohlensäure bildet und den Schwefel, der zunächst zur Bildung von stinkendem Schwefelwasserstoff Anlass gibt, welch letzterer aber durch weitere Einwirkung des Sauerstoffes schliesslich zu geruchlosen schwefelsaueren Verbindungen umgewandelt wird. Andere Bakterien, die sogen. Salpeterbakterien verwandeln das Amoniak in salpetrige und Salpetersäure, die sich mit den im Wasser vorhandenen Basen (Kalk, Magnesia etc.) zu Salzen verbinden. So lange also Sauerstoff in hinreichender Menge vorhanden ist, geht die Zersetzung der organischen Reste geruchlos vor sich. Sie müssen sich diesen Prozess ebenso vorstellen, wie wenn Sie Mistjauche auf den Acker schütten resp. denselben düngen. Eine kurze Zeit lang wird es dann stinken — darüber beklagt sich aber Niemand, das gehört zur Landwirthschaft — und dann fallen aber wieder die Bakterien, wie im Flussboden, über die Schmutzstoffe her und zersetzen sie unter dem Einflusse des Sauerstoffes, wie im Wasser geschehen, zu salpetrig- und salpetersaueren Salzen, die von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden.

Freilich, wenn Sie das Aufschütten von Mistjauche zu arg machen oder immer wiederholen, so dass schliesslich die Luft und der Sauerstoff, die vorher noch in den Poren des Erdreiches vorhanden waren, durch die Jauche verdrängt werden, dann tritt nicht mehr geruchlose Zersetzung (oder Verwesung), sondern stinkende Fäulniss ein, bei der nicht einmal mehr Pflanzen gedeihen können.

Genau so, meine Herren, ist es mit den Flüssen! Wenn das Verhältniss zwischen Menge und Geschwindigkeit der Kanalwässer und des Flusswassers richtig bestimmt und erkannt ist, dann wird auch der Fluss mit Hilfe der Ihnen eben geschilderten Vorgänge mit der ihm zugemutheten Aufgabe prompt fertig werden, während er im anderen Falle allerdings in einen stinkenden Schlammpfuhl verwandelt werden wird, wie s. Zt. die Seine bei Paris!

Wir haben aber, meine Herren, bei den Flüssen noch ein Moment, das zur Reinigung derselben mächtig mithilft, auf welches unser verehrtes Mitglied Herr Kreisbaurath Hohmann speziell aufmerksam gemacht hat, das sind die zeitweise vorkommenden Hochwässer und Eisgänge. Durch den Druck der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gewaltigen Wassermassen wird bei diesen Vorgängen der Boden des Flusses gründlich abgefegt und alle Ablagerungen, namentlich auch die mineralischer Natur (Kalk, Magnesia, Kieselsäure etc.) werden weiter geschoben, so dass allzu grosse Ablagerungen an einer Stelle nicht vorkommen können und immer wieder Platz für neue geschaffen wird.

Zwar werden nach Ablauf des Hochwassers überschwemmte Stellen hie und da zurückbleiben, die Altwässer werden erweitert resp. stärker gefüllt werden; allein auch diese Vorgänge, meine Herren, bringen keine Gefahr mit sich, so lange das Flusswasser nicht mit Schmutzstoffen überladen ist. Auch an diesen Stellen werden die Algen und Bakterien mit Hilfe des Sauerstoffes der Luft mit der Aufarbeitung der organischen Stoffe fertig werden und stinkende Fäulniss wird nicht eintreten, wenn sich auch eine Zeit lang ein gewisser Modergeruch bemerkbar machen wird, der nach Verdunstung des Wassers unvermeidlich ist und überall an Flüssen, Seen und Teichen vorkommt, auch wenn überhaupt gar nie Kanalwasser in dieselben geleitet worden ist.

Ich überlasse es nun, meine Herren, getrost Ihrer Beurtheilung, ob Sie nach alledem, was Sie jetzt gehört haben, noch eine Verschlammung unserer Donau mit ihren unliebsamen Folgen fürchten zu müssen glauben und wende mich zu dem zweiten Einwurfe, welchen die Gegner der Schwemmkanalisation machen.

Da die Kanalwässer erwiesenermassen zahlreiche Bakterien, darunter auch pathogene, d. h. Krankheit erregende, enthalten, so besteht die Gefahr der Weiterverbreitung ansteckender Krankheiten, wenn wir diese Wässer in die Flüsse ablaufen lassen.

Dieser Einwand hat ohne Zweifel eine gewisse Berechtigung. In den Hausabwässern sind pathogene Bakterien, insbesondere Streptococcen, welche unter Umständen Diphtherie oder Eiterungen etc. erregen können, nachgewiesen und in den Exkrementen können Typhus- oder Cholera-Bacillen enthalten sein und mit den Kanalwässern in den Fluss gelangen. Die Hauptmasse der Bakterien in den Kanalwässern aber sind saprogene, d. h. Fäulnissbakterien, und die sind nützlich, weil sie die organischen Stoffe zerstören.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die erwähnten pathogenen Bakterien — und nur um diese kann es sich ja handeln — kommen aber, wenn sie in das Flusswasser gelangen, in ganz ungewohnte Verhältnisse, die ihnen wohl nicht recht gut thun werden, als da sind die niedere Temperatur, die rasche Bewegung, das Licht — speziell für den Typhus-Bacillus als keimtödtend nachgewiesen — und die Concurrenz mit zahllosen anderen Bakterien und werden dadurch grösstentheils rasch vernichtet. Und wenn auch ein das andere pathogene Bakterium all diesen Fährlichkeiten siegreich widersteht — was ja auch nachgewiesen ist —, so ist damit noch lange nicht die Gefahr einer Ansteckung der Menschen gegeben, die man sich gewöhnlich sofort vorstellt, wenn man etwas von Bakterien hört!

Bakterien und zwar auch pathogene gibt es überall, auf allen Verkehrswegen, auf den Strassen der Städte und Dörfer und in den Eisenbahnen so gut wie im Flusswasser; sie werden mit allen Verkehrsmitteln, auch mit dem Gelde (das man aber trotzdem unbedenklich annimmt, auch wenn es ein noch so dreckiger Papierfetzen ist) verbreitet, wir können sie nie und nirgends ganz ausschliessen! Dafür hat aber die Natur unseren Organismus mit einer ganzen Reihe von Schutzvorrichtungen ausgestattet, die es ihm unter normalen Verhältnissen stets ermöglichen, die in ihn eingedrungenen fremdartigen Körper zu zerstören und unschädlich zu machen, was ich jedoch heute nicht weiter ausführen kann.

Im Uebrigen, meine Herren, ist die Gefahr der Weiterverbreitung ansteckender Krankheiten durch Einleiten der Kanalwässer in die Flüsse viel mehr eine theoretisch construirte, als in der Wirklichkeit vorhandene; wenigstens sind bis jetzt, abgesehen von der Cholera — die aber doch glücklicherweise bei uns ein nur ausnahmsweises Vorkommen ist und dann auch ausnahmsweise Massregeln verlangt — Weiterverbreitungen ansteckender Krankheiten durch die Flüsse, namentlich des Typhus, der doch hier am meisten in Betracht kommen müsste, nicht nachgewiesen.

Obwohl die Münchener Krankenhäuser schon zu einer Zeit, als München noch im Rufe eines Typhus-Herdes stand, alle Fäkalien in die Stadtbäche entleerten, sind doch in den Orten unterhalb Münchens grössere Typhus-Epidemieen, die der Zeit nach mit den Münchener correspondiren müssten, nicht vorge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kommen. Ebenso ist es in Würzburg, wo das grosse Juliusspital seit alter Zeit alle Fäkalien in den Kürnachbach und damit in den Main leitet, ohne dass nachtheilige Folgen für die unterhalb gelegenen Orte eingetreten sind.

Vergleicht man endlich die Gefahren, welche die Abschwemmung der Fäkalien — die ja die meisten pathogenen Keime bergen — gegenüber der Abfuhr der ersteren bietet, so sind sie im ersten Falle weitaus geringer und es wird geradezu als einer der wesentlichsten Vortheile des Abschwemmsystems hervorgehoben, dass durch dasselbe tagtäglich eine Masse von Infektionskeimen aus der Stadt entfernt werden, während bei der Abfuhr, mag nun der Abortinhalt in Gruben oder in Tonnen gesammelt sein, eine Beschmutzung der Grubenumgebung oder Tonnenräume, der Höfe und Strassen niemals ganz zu vermeiden und mitunter recht erheblich ist. Dieser auf den Boden gelangte Unrath wird aber vertrocknen, zu Staub zerrieben und sich dem allgemeinen Luftstaub beimischen, was, im Falle pathogene Bakterien in den Verunreinigungen enthalten waren, viel gefährlicher ist, als wenn solche pathogene Bakterien vom Wasser festgehalten werden.

Die einzige Vorsicht, die der Mensch gegenüber den in das Flusswasser gelangten pathogenen Bakterien gebrauchen muss, ist die, dass er niemals unfiltrirtes Flusswasser zur Wasserversorgung eines Ortes nimmt, auch nicht aus solchen Flüssen, in welche noch kein grösserer Ort seine Kanalwässer eingeleitet hat. Denn auch solche Flüsse sind, wie wir gesehen haben, fortwährend starken Verunreinigungen ausgesetzt.

Nach alledem werden Sie mir vielleicht zustimmen, wenn ich sage, dass die Gefahr der Weiterverbreitung pathogener Bakterien durch Flüsse jedenfalls eine sehr geringe ist, viel geringer als die Gefahren, die uns auf allen anderen Verkehrswegen, die wir aber trotzdem nicht missen möchten und können, bedrohen.

Bis hieher mag ja Alles recht gut sein, höre ich sagen, aber es besteht jetzt die Absicht, auch die Einleitung aller menschlichen Exkremente, Fäkalien und Urin, in die Kanäle und zwar ohne Grubenüberlauf zu gestatten, also zum vollständigen Abschwemmungssystem überzugehen. Damit ändert sich die Sache wesentlich und die Befürchtung, es möchte,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wenn auch erst nach Jahren, aus unserer Donau ein stinkender Schmutzstrom mit Schlamm- und Kothbänken werden, scheint ganz und gar gerechtfertigt. So denken viele Leute, die, wenn sie nur etwas von Fäkalien hören, gleich von Verpestung von Wasser, Luft und Boden reden. Wollen wir auch diesen letzten Einwurf an der Hand wissenschaftlicher Thatsachen objektiv prüfen, so kann ich Ihnen leider nicht ersparen, ein kleines Kapitel über die menschlichen Fäkalien anhören zu müssen.

Der Koth des Menschen, von welchem ein erwachsener gesunder Mann täglich etwa 150 gr liefert, besteht zu 75 % also $^3/_4$ aus Wasser; 25 % sind feste Stoffe. Von diesen treffen auf die 150 gr Koth 37,5 gr. Sie bestehen, abgesehen von unverdauten Resten der thierischen und pflanzlichen Nahrung, aus Schleim, Gallenstoffen, Fetten und Fettsäuren, Eiweisskörpern und deren Zersetzungsprodukten, namentlich Scatol, das den eigenthümlichen Geruch der faeces hauptsächlich bedingt, und 1 % Salzen, namentlich Kalk und Magnesiumphosphaten.

An Harn werden täglich viel grössere Mengen entleert, nämlich 1500 gr durchschnittlich; der Harn enthält zwar nur 3—7 % feste Stoffe, trotzdem macht diess aber auf den Tag für einen erwachsenen Mann ca. 60—105 gr fester Stoffe aus, von welchen $^2/_3$ organischer und $^1/_3$ anorganischer Natur sind. Die organischen Stoffe bestehen hauptsächlich aus Harnsäure, Harnstoff, Harnfarbstoff und verschiedenen Zersetzungs-Produkten von Eiweisskörpern. Die anorganischen Salze sind besonders Chlor in Verbindung mit Natrium, Schwefelsäure in Verbindung mit Kalium, Phosphorsäure, gebunden an Kalium, Calcium und Magnesium, endlich Amoniaksalze.

Nehmen wir nun an, um unsere Rechnung recht drastisch zu machen, dass die Einwohnerschaft von Regensburg, welche nach der Volkszählung vom Jahre 1895 41,417 Personen beträgt, aus 40,000 erwachsenen Männern bestünde, so liefern diese — da wir nur die festen Stoffe zu berechnen brauchen —

täglich an Koth 37,5 × 40,000 = 1,500,000 gr,
und im Harn 105 × 40,000 = 4,200,000 gr,

in Summa 5,700,000 gr oder 5,7 Cbm.

Die tägliche Kanalwassermenge beträgt aber, wie oben erwähnt, rund 12,000 Cbm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es würden demnach auf 1 Liter Kanalwasser 0,47 milligr. feste Stoffe mehr kommen, als ohne Einleitung der Fäkalien, also 751,47 milligr. In 1 Liter Donauwasser würden die jetzt schon darin vorhandenen festen Stoffe um 0,4 ($^1/_{10}$) milligr. beim niedrigsten Wasserstande, bei mittlerem Wasserstand dagegen gar nur um $^1/_{100}$ milligr. vermehrt werden.

Meine Herren, das sind mehr als homöopathische Verdünnungen, die von keiner Bedeutung sein können.

Man macht sich eben von der Menge und den Einfluss der Fäkalien auf das Kanalwasser eine ganz falsche Vorstellung. Man hält diese Stoffe für die Hauptmasse, für das Hauptobjekt der Abschwemmung, während sie doch, wie wir jetzt gesehen haben, im Verhältniss zu den übrigen abzuschwemmenden Massen so unbedeutend sind! Desshalb vermag auch die Analyse zwischen den Kanalwässern der Städte, welche vollkommenes Schwemmsystem haben, und jenen anderer Städte, welche nur Abwässer abschwemmen, keinen Unterschied herauszufinden.

Freilich, wenn man die Fäkalien in Gruben in nächster Nähe der Wohnungen sammelt und sie da erst Monate lang einem widrigen Fäulniss- und Gährungsprozess überlässt, der unter Umständen der Luft der Wohnungen den Sauerstoff entzieht und sie dagegen mit Amoniakgas, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Grubengas etc. verunreinigt, wenn man dann diese Gruben in primitiver Weise ausschöpfen oder, angeblich geruchlos, auspumpen und ihren Inhalt durch die ganze Stadt fahren lässt, wobei es ohne Verunreinigungen niemals abgeht, dann machen allerdings die Fäkalien den Eindruck, als seien sie die Hauptsache und das am meisten zu fürchtende.

Dazu kommt, dass die Landwirthe, welche sonst über die Verschwendung werthvollen Dungstoffes durch die Schwemmkanalisation klagen, für die in den Gruben aufgesammelte Flüssigkeit, wie die Erfahrung allgemein gelehrt hat, nicht nur nichts bezahlen, sondern im Gegentheil dafür bezahlt sein wollen, dass sie dieselbe nur abholen, abgesehen davon, dass sie nicht zu allen Zeiten davon Gebrauch machen können. Man hat sich daher auch hier schon, wie anderwärts, damit behelfen müssen, ausserhalb der Stadt grosse Gruben zur Aufspeicherung der zeitweise nicht verwendbaren Jauche anzulegen, welche in der That die Luft in weitem Umkreis verpesten, weil hier keine Verwesung, wie in den sauerstoffreichen, von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

einer mannichfaltigen mikroskopischen Vegetation belebten Flüssen, sondern stinkende Fäulniss stattfindet. Sehr oft werden auch die Jauchefässer auf der Stadt sehr nahe gelegenen Feldern entleert und die Anwohner und Spaziergänger empfindlich belästigt, oder es wird die Jauche auch per nefas direkt in die Donau ausgelassen. Alle diese Uebelstände werden durch die Abschwemmung der Fäkalien beseitigt.

Erwägen Sie nun, meine Herren, vorurtheilslos, welche Methode der Entfernung der Fäkalien für die Stadt die bessere ist, die Abfuhr oder die Abschwemmung — ein nothwendiges Uebel sind sie beide —, und bedenken Sie dabei immer, dass, wenn Sie auch die Abfuhr der Fäkalien beibehalten wollten, eine Kanalisation doch nothwendig ist zur Entfernung der Abwässer, welche ohne Fäkalien-Abschwemmung im Liter 751 milligr. feste Stoffe der Donau zuführen, mit Abschwemmung der letzteren aber 751,47 milligr. Und vor diesen $^{47}/_{100}$ milligr. werden Sie doch nicht zurückschrecken!

Bezüglich der Zerstörung der in den Fluss eingebrachten organischen Substanzen aber, welche als die allein fäulnissfähigen am meisten bedenklich sind, dürfen Sie unbedingt den Naturkräften, welche die Selbstreinigung der Flüsse bewirken, Vertrauen schenken, ein Vertrauen, welches sich auch im Volk durch das alte deutsche Sprüchwort kund gibt:

„Läuft ein Wässerlein über 7 Stein,
Ist es wieder hell und rein.“ —

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Hofmann Ottmar

Artikel/Article: Ueber Flussverunreinigung und die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse der Stadt Regensburg. 26-48