



# **Die Städtereinigung**

**Büsing, F. W.**

**Stuttgart, 1897**

1. Kap. Verunreinigung der Gewässer

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83772](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83772)

#### IV. Abschnitt.

### Verunreinigung und Selbstreinigung offener Gewässer.

#### 1. Kapitel.

#### Verunreinigung der Gewässer.

§ 44. In rechtlichem Sinne ist das Wasser aller öffentlichen Gewässer sogen. „Gemeingut“, dessen Gebrauch für die gewöhnlichen Zwecke des Haushalts oder der Wirtschaft jedermann freisteht. Mit allen Rechten ist auch dieses an die Beschränkung gebunden, daß durch seine Ausübung Andern nicht Nachteil zugefügt wird. Da aber der Begriff „Nachteil“ kein absoluter, sondern ein relativer ist, der auch mit Ort und Zeit wechselt, so ersieht sich, daß eine allgemeine Beantwortung der Frage: wann, bei welchem Grade eine Flußverunreinigung Dritten Nachteil bringt? nicht möglich ist. Teils kommt es dabei auf den Gebrauchszweck und die in ihm begründeten Bedingungen der Wasserbeschaffenheit, teils auch auf den Fluß an, letzteres, weil es Flüsse mit „reinem“ Wasser überhaupt nicht giebt, daher ein gewisses niedriges Maß der Verunreinigung immer und überall geduldet werden muß. Auch wird, wenn selbst eine größere, absichtlich herbeigeführte Verunreinigung vorliegt, immer erst zwischen einem etwaigen ohne die Verunreinigung nicht erzielbaren Nutzen abzuwägen sein, den jemand ziehen könnte, und dem Nachteil, der einem Andern durch eben diese Verunreinigung zugefügt wird, event. nur als „ein möglicher“ in die Abwägung eintritt. Denn auch der, an sich hochstehende Schutz der Gesundheit ist, wie anderweite Güter, zum Teil ein Gegenstand wirtschaftlicher Natur, für den im Geldwert ein Maßstab gefunden werden kann. Bleibt dieser Wert hinter demjenigen zurück, der andern Interessen wirtschaftlicher Art zukommt, so muß das Interesse der Gesundheitspflege um so mehr weichen, als in der Regel die Möglichkeit bestehen wird, demselben auf mehrerlei Weise gerecht zu werden. Es kann sich z. B. um besonders hohe gewerbliche Interessen handeln, welche auch ihrer oft weitgreifenden Folgen wegen gewöhnlich auf Schonung Anspruch haben werden. Allgemein darf man sagen, daß, wenn die Gesundheitspflege ihre Interessen, ohne Rücksicht auf die Umstände, überall in die erste Linie rücken wollte, sie zu viel verlangen und oft sich selbst schädigen würde, insofern dann die Anforderungen an die Städte leicht in die Gefahr geraten, unerfüllbar zu werden. Auf solche Weise könnten an die Stelle der Uebel, denen man durch Reinhaltung eines Flusses zu begegnen dachte, andre, noch schlimmere treten.



Was ist nun verunreinigtes Flußwasser? Jedenfalls solches, dessen Fremdstoffmengen über dasjenige Maß hinausgehen, bei dem noch ein „Verdünnungszustand“ besteht, der die Benutzung des Wassers für alle „gewöhnlichen Gebrauchszwecke“ erlaubt. Aber diese Erklärung erschöpft nach heutiger Auffassung den Begriff nicht, da nur für die der unbelebten Natur entstammenden Stoffe eine Verdünnungsgrenze gilt, von der ab, nach unten gehend, die Vergiftungs- oder Schädigungsmöglichkeit, in praktischem Sinne genommen, aufhört. Für „organisierte Stoffe“ besteht eine untere greifbare Grenze nicht, da jene, vermöge ihrer Vermehrungsfähigkeit im befallenen Körper, selbst in der kleinsten Menge, der Einzahl, gesundheits-schädigend — infizierend — wirken können. Danach müssen auch Flußwasser, welche nur einzelne pathogene Keime enthalten, aber sonst in vorher definiertem Sinne rein sind, als verunreinigt angesehen werden. Dennoch darf hiervon meist Abstand genommen werden, weil erfahrungsmäßig dieser spezielle Verunreinigungszustand in der Regel vorübergehend, und von kurzer Dauer ist, er in der Regel auch nicht für sich, sondern in Verbindung mit Verunreinigungen gewöhnlicher Art bestehen wird.

Indessen taucht bei der „Verdünnung“ sofort die Frage nach demjenigen besonderen unter den wechselnden Wasserständen eines Gewässers auf, bei welchem die Verdünnung zu ermitteln ist. Bei großer Wasserführung wird an raschfließenden, regulierten Flußläufen die Verdünnung am größten sein; bei langsam laufenden und unregulierten kann das Gegenteil stattfinden. Der scheinbare Widerspruch erklärt sich daraus, daß das regulierte Bett keine Ablagerungen enthält, das unregulierte solche enthalten kann, und daß bei Anschwellungen die bereits abgelagerten alten Schmutzstoffe den zur Zeit zufließenden hinzutreten und diese so weit vermehren können, daß eine stärkere Verunreinigung stattfindet als bei Kleinwasser. Den Angaben über Flußverunreinigungen müssen daher, wenn sie verständlich sein sollen, die Angaben über den Wasserstand, bei welchem sie ermittelt worden sind, hinzugefügt werden, und es ist, um ein genaues Bild von der dauernden Beschaffenheit eines Flußlaufes zu gewinnen, notwendig, daß die Bestimmung seines Verunreinigungszustandes nicht nur bei einem bestimmten, sondern möglichst bei allen vorkommenden Wasserständen ausgeführt wird.

Hierzu — wie übrigens auch bei sonstigen Punkten der Untersuchung — ist der Ausbildung der Verfahrensweise bis heute noch ein weiter Spielraum verblieben. Gewöhnlich werden aber betreffende Angaben auf die kleinste Wasserführung des Flusses bezogen, und es wird dies vielfach auch das zutreffendste Bild liefern.

Jedenfalls wird das Endurteil über die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer Verunreinigung auf die geringsten unter den möglichen Verdünnungszuständen (die größte Konzentration) begründet werden müssen, und hat der Anspruch, die Verdünnung auf den Mittelwasserstand zu beziehen, nur da Berechtigung, wo das Flußregime ein besonders beständiges ist. Um aber ein einwandfreies Urteil schöpfen zu können, sollte die Untersuchung nicht auf das verunreinigte Flußwasser beschränkt, sondern auch auf den vorhergegangenen Zustand ausgedehnt werden. Erst das Vergleichsergebnis würde entscheidend sein; häufig wird aber diese erweiterte Untersuchung nicht ausgeführt werden können.

§ 45. Außer den mannigfachen gesundheitlichen Schädigungen, welche ein verunreinigter Flußlauf mit sich bringen kann, unter denen seine Nichtverwendbarkeit für den Zweck der Entnahme von Trinkwasser obenan steht, handelt es sich um Schädigungen wirtschaftlicher Natur, die in mehreren Richtungen eintreten.

Nur im Vorübergehen mag diejenige Schädigung wirtschaftlicher Art hier nochmals berührt werden, die darin besteht, daß mit den gewöhnlichen städtischen



Abwässern, welche in die Flußläufe gelangen, der Landwirtschaft große Düngermengen entzogen werden. Man hat vielfach den Wert der auf einen Kopf der Stadtbewohnerschaft jährlich entfallenden Dungstoffe auf 2, 3, 5, 10 Mk. und darüber berechnet. Solchen Rechnungen kommt, nach demjenigen, was schon Seite 21 hierzu beigebracht ist, keine sonderliche Bedeutung zu. (Vergl. hierzu übrigens Gerson, Die Schicksale der Fäkalien in Weyls Handbuch der Hygiene, Bd. 2, und Vogel, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe. Berlin 1896.)

Ein zweites wirtschaftliches Interesse knüpft sich an die Schädigung, die ein Flußlauf „als solcher“ durch die Einleitung von Schmutzwässern erfährt. Dieses Interesse kann sehr mannigfaltig sein. Es können durch entstehende Ablagerungen allgemeine schiffahrtliche Interessen und durch Verunreinigung des Wassers besondere gewerbliche Interessen insofern geschädigt werden, als das Flußwasser für die Zwecke derselben unbrauchbar wird. Die Interessen der Uferanlieger können durch Entwertung ihrer Grundstücke infolge Wasser- und Luftvergiftung Schaden erleiden. Und endlich können flußabwärts liegende Städte wirtschaftlich dadurch geschädigt werden, daß durch die Verunreinigung des vorbeifließenden Wassers ihnen das benötigte Trink- und Nutzwasser entzogen wird und sie nun gezwungen sind, mit großen Geldkosten anderweit Ersatz zu schaffen. Hierher gehört es ferner, daß durch Zuführung gewisser Stoffe zum Flußwasser, auf die weiterhin eingegangen wird, sich eine Vermehrung der Härte des Wassers ergibt. Hält der Verunreinigungszustand sich innerhalb solcher Grenzen, daß noch eine Benutzung des Wassers zu gewissen wirtschaftlichen Zwecken möglich ist, so ist für diese Zwecke die Härtevermehrung mit einer Verschlechterung des Wassers gleichbedeutend.

Die Schädigungen der hier berührten Art können dem Grade nach sehr ungleich sein. Sie werden bei einem kleinen Flußlauf oft erheblicher sein als bei einem großen, auch beim unregulierten größer als beim regulierten. Je geringer die Flußgeschwindigkeit, um so leichter finden Ablagerungen statt; bei Flüssen von größerer Breite und wechselnden Tiefen können aber die Geschwindigkeiten in einem und demselben Profil so sehr wechseln, daß, während im Stromstrich Mitführung der Schwebestoffe erfolgt, dieselben an anderen Stellen des Profils liegen bleiben. In so beschaffenen Flußbetten findet auch nicht leicht eine Mischung der Abwässer mit dem Flußwasser statt, sondern halten sich auf sehr langen Flußstrecken die Schmutzstoffe an dem einen Ufer und berühren das andre vielleicht kaum (Beispiel: die Elbe oberhalb Magdeburg, nach weiterhin folgenden Zahlenangaben). Auch Wehrbauten, Buhnen und Parallelwerke können auf die Mitführung von Schmutzstoffen verzögernd wirken, bezw. ihre Festhaltung an gewissen Stellen veranlassen. Die übelsten Zustände treten bei kleinen Küsten-(Tide-)Strömen ein, wenn die Einleitungsstelle der Schmutzstoffe so weit vom offenen Meere entfernt liegt, daß erstere mit dem nächsten Ebbestrom nicht bis ins Meer hinausgeführt werden, vielmehr sich, wenn der Flutstrom von neuem einsetzt, noch an einem oberhalb liegenden Punkte des Flusses befinden. Sie werden alsdann mit ersterem wieder ein Stück flußaufwärts geführt, oder bleiben — im günstigsten Falle — eine Zeit lang liegen und gelangen erst durch mehrmaligen Tidewechsel ins offene Meer hinaus.

In dieser ungünstigen Lage befindet sich z. B. London, welches Anfang der 80er Jahre täglich bei Barking und Crossness (44 bzw. 49 km unterhalb London-Brigde) 650 000 cbm Abwasser = 7,5 cbm sekundlich, an die Themse abgab; der Fluß führt bei Kleinwasser nur 16 bis 23 cbm, bei stärkerem Zufluß 57 cbm, so daß der Verdünnungszustand der Abwässer nur etwa 1 : 3 bzw. 1 : 7,5 betragen würde. Bei dem bedeutenden Flutwechsel jedoch, den die Themse noch bei London besitzt (4—5 m), und durch den gewisse Mengen frischen Wassers bis oberhalb Barking und Crossness hinaufgeführt worden, stellte sich das mittlere Verdünnungsverhältnis etwa = 1 : 6; der Wasserquerschnitt bei mittlerem Ebbestande ist 26 000 qm, bei mittlerem Flutstande



6500 qm. Die offene See wird von der Themse etwa 75 km unterhalb London-Brigde erreicht, d. h. also 26 km, bzw. 31 km unterhalb der Auslässe bei Crossness und Barking.

Gegen Ende der 70er Jahre wurden über die Verunreinigung der Themse so viele Beschwerden laut, daß die Regierung sich genötigt sah, einen Untersuchungsausschuß einzusetzen, welcher feststellte: daß in der etwa 20 km langen Flußstrecke, welche sich bis etwa 8 km aufwärts und 12 km abwärts der Ausmündungsstellen bei Barking und Crossness erstreckt, sich große Massen von fauligem Schlamm befinden, die beim Durchpassieren von Dampfern u. s. w. einen unerträglichen Geruch verbreiten. Die auf dem Strome dauernd verkehrenden Schiffsmannschaften, Fischer u. s. w. leiden vielfach an Atmungsbeschwerden, Uebelkeit und Fieberanfällen, und es wird Uferbewohnern in der Nähe der Mündungsstellen der Auslässe die fernere Benutzung ihrer Wohnungen immer mehr erschwert. Früher wurde mit der Themse bis etwa 30 km oberhalb Barking (= 14 km unterhalb London-Brigde) Fischfang getrieben. Dieser obere Anfangspunkt hat sich nach Anlage der Einlässe 60 km stromabwärts verschoben, so daß er jetzt (in den 80er Jahren) 30 km unterhalb Barking liegt. In der verpesteten Flußstrecke ist alles Fischleben ausgestorben, und nicht nur das: es können die vom unteren Strom kommenden Fischerfahrzeuge ihren Fang nicht einmal mehr in Netzen nachschleppen, sondern müssen denselben in an Bord aufgestellten Büten transportieren, weil die Fische bei ersterer Transportweise sterben würden.

Die mitgeteilten Erscheinungen erklären sich daraus, daß die mittlere Ebbegeschwindigkeit der Themse 22 mm, diejenige bei Flutstrom kaum 9 mm beträgt. Diese Geschwindigkeiten gelten für die Flußstrecke in der Nähe von Crossness und Barking; weiter abwärts werden dieselben noch geringer. Aus diesen Geschwindigkeitszahlen würde sich ein tägliches Vorrücken der Schmutzstoffe der See zu von etwa 1300 m ergeben; es ist aber bei Schwimmversuchen dies Vorrücken nur zu 535 m ermittelt worden.

Als drittes wirtschaftliches Interesse kommt die Schädigung, welche das Fischleben in verunreinigten Gewässern erleidet, in Betracht. Zu diesem Punkte müssen mehrere Thatsachen festgehalten werden:

- a) Das Fischleben der Flüsse wird nicht nur durch die Schmutzwasserzuführungen aus den Städten geschädigt, sondern ebenfalls durch die fortschreitenden Regulierungen und den Schiffsverkehr. Durch beides werden dem Fischleben die Ruheplätze entzogen und aus dem Schiffsverkehr erwächst den Flüssen unter Umständen eine sehr weitgehende Verunreinigung.
- b) In reinem Wasser kann Fischleben nicht gedeihen, weil ihm darin die Nahrung fehlt; denn solches Wasser bietet weder Algen noch andern Tieren, noch Pflanzenwuchs die Möglichkeit der Existenz. Die ganz reinen Gewässer in den schottischen Hochlanden sind ohne Fischleben, während englische Flüsse, die sich durch Ackerland ziehen und englische Küstenstrecken, an welchen die Schmutzwasserkanäle großer Städte ausmünden, sehr fischreich sind.
- c) Aber ebenso wenig vermag Fischleben in stark verunreinigten Gewässern zu gedeihen, weil hier gewisse Stoffe entweder im Uebermaß vorhanden sind, oder in einem Zustande, den das Fischleben nicht verträgt, daneben aber gewisse unentbehrliche Stoffe fehlen. Die Anwesenheit von Stickstoff in Schmutzwässern scheint, ähnlich wie für die Atmungsluft der Menschen, so auch für das Fischleben von keiner Bedeutung zu sein. Wichtig für dasselbe ist aber die Temperatur, die bei vielen Fischarten nicht hoch liegen darf. Im Winter sind verunreinigte Wasser den Fischen viel weniger schädlich als im Sommer. Darin begründet sich das Verbot der Einleitung hochoerwärmten Wassers in offene Gewässer mit Fischleben. Ob Bakterienreichtum eines Flusses dem Fischleben zu- oder abträglich ist, kann nicht allgemein entschieden werden. Einerseits vermindern Bakterien den Sauerstoffgehalt des Wassers; anderseits dienen sie auch der niederen Fauna und Flora des Flusses gewissermaßen als Unterbau, führen also dem Fischleben Nahrung zu. (Eine ausführliche Bearbeitung dieses Gegenstandes lieferte Weigel im Archiv für Hygiene 1885; ferner sind zu vergleichen: Fischer,



Das Wasser, Berlin 1891, S. 51 ff., König, Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin 1887 und Jurisch, Die Verunreinigung der Gewässer, 1890.)

Nach a) und b) bedarf Fischleben gewisser Mengen von Fremdstoffen im Wasser, d. h. einen gewissen, niedrig liegenden Verunreinigungszustand, welcher das Gedeihen von Pflanzen- und niederem Tierleben im Flusse ermöglicht. Dies gilt allgemein; gewisse Fischarten machen Ausnahmen, beispielsweise der Aal und der Lachs, auch noch viele andre. Im übrigen spielen verschiedene Ursachen, wie z. B. Alter, Größe und andre bei der Widerstandsfähigkeit der Fische eine Rolle. Was das Fischleben im allgemeinen nicht verträgt, sind in starker Fäulnis befindliche Stoffe, Gifte und einige besondere, teils anorganische, teils organische Stoffe. Auch Schwebestoffe, die an sich harmlos sind, scheinen den Fischen insofern gefährlich werden zu können, als sie sich in den Kiemen derselben festsetzen und die Atmung hindern. Faulende Stoffe sind den Fischen auch deshalb nicht zuträglich, weil das Wasser, welches sie enthält, arm an Sauerstoff ist. Bei Versuchen ergab sich, daß Forellen in Flußwasser, von welchem 5 Teile mit 1 Teil Kanalwasser versetzt waren, nach 13—18 Stunden Erkrankung zeigten und daß derselbe Fisch in Mischungen von 1 Teil Kanalwasser mit 10, 20—30 Teilen Flußwasser nach 2—5 Tagen starb.

Eine in kanalisierten Städten nach Regenfällen zu machende Beobachtung besteht darin, daß bald, nachdem die Regenauslässe (Notauslässe) in Wirksamkeit getreten sind, in der Nähe der Mündungen dieser große Mengen kleiner Fische tot auf dem Wasser schwimmen. In der Regel zeigen sich die Kiemen derselben mit Schmutz gefüllt; man weiß daher nicht, ob sie durch chemische Wirkungen oder etwa bloß durch Hemmung der Kiemenbewegung oder andre Ursachen zu Grunde gegangen sind. In Berlin hat man beobachtet, daß nach Regenfällen (bezw. Thätigkeit der Notauslässe) die in Rede befindliche Erscheinung sich nur zeigt, wenn der Regenfall mit Gewittern verbunden war, im andern Falle aber ausbleibt. Man sieht den Grund darin, daß durch Gewitter die Fische in Unruhe versetzt werden und aus der Tiefe zur Oberfläche aufsteigen. Hier schwimmen aber die beim Beginn des Regenfalls von den Straßen abgewaschenen leichten Schmutzstoffe, welche in die Atmungswerkzeuge der Fische eingesaugt werden.

Besonders heftig wirkende Gifte sind für Fische Schwefelwasserstoff und Ammoniak; minder heftige Kohlensäure, Chlor, Alkalien, schweflige Säure, Eisen, Aluminium, sowie Kupfer- und Quecksilbersalze, auch Mineralsäuren. Ungiftig sind für Fische arsenige Säuren und arseniges Natron. Bei allen genannten Stoffen aber kommt es durchaus auf den Konzentrationszustand an, in welchem sie sich befinden.

Im allgemeinen scheinen demnach für das Fischleben die Abwässer aus Fabriken gefährlicher zu sein als gewöhnliche städtische Abwässer, wenn diese nur nicht alt, sondern frisch und nicht in zu großen Mengen auf einmal zugeführt werden. Es kommt also, wie man sieht, dabei auch auf die Beschaffenheit (Größe) des Stadtbezirks an. Abwässer von Städten geringer Größe, die sich nicht durch Kanäle großen Profils, sondern durch enge (Röhren-)Kanäle in einen Fluß ergießen, mögen für das Fischleben ganz ungefährlich sein, zumal Fische empfindliche Sinne haben und deshalb schädlichen Strömungen rasch ausweichen. In die auf den Berlinern Rieselfeldern befindlichen Teiche, die vom Drainswasser der Rieselfelder gespeist werden, läßt man in Zwischenräumen gewisse Mengen ungereinigtes Schmutzwasser ein, um dem reichen Leben dieser Teiche an Edelfischen Nahrung zuzuführen.

Weiterhin ersieht man, daß bei dem abweichenden Verhalten des Fischlebens ein Schluß dahin, daß Wasser, welches Fischen erträglich ist, auch für Menschen erträglich sein wird, nicht zulässig sein kann.



§ 46. Verunreinigungen enthalten die Flüsse teils in gelöster, teils in nicht gelöster Form. Erstere für das Auge nicht erkennbaren Stoffe sind die gefährlichsten und es bereitet gerade ihre Wiederentfernung aus dem Wasser die größten Schwierigkeiten, während man Schwebestoffe verhältnismäßig leicht absondern kann.

Der bloße Augenschein kann für den Verunreinigungszustand eines Wasserlaufs um so weniger maßgebend sein, als dabei noch manche andre Faktoren mitsprechen. Gewöhnlich hat das Wasser offener Gewässer einen Stich ins Graue; auch sieht Wasser in tiefer Schicht unreiner aus als solches in flacher Schicht, und hängt übrigens die Durchsichtigkeit auch von der Färbung des Grundes ab. Gewisse Stoffe bewirken schon in den geringsten Mengenteilen starke Trübung oder Färbung, während andre in größeren Mengen vorhanden sein können, ohne das Aussehen des Wassers merklich zu beeinflussen. So kann schon 1 g fein geschlämmter weißer Thon, in 1 cbm Wasser geschüttet, den Eindruck einer stärkeren Trübung hervorbringen, wenn die Schicht 1 m hoch und der Grund des Gefäßes dunkelfarbig ist, und 50 mg Indigo in dieselbe Wassermenge wie vor gebracht, lassen die Färbung des Wassers blau erscheinen.

Einen bei der Ermittlung von Trübungen, d. i. für den Gehalt des Wassers an Sinkstoffen, namentlich für die Vergleichbarkeit brauchbaren Maßstab, bildet die Niederschlagshöhe, welche in einer gewissen Zeit in einem Glase entsteht. Wenn es sich aber um Wechsel in den Sinkstoffen, um spezifisch leichtere und schwerere Stoffe handelt, ist dieser Maßstab nicht mehr brauchbar. Gute Dienste leistet eine mit Skala versehene liegende Glasröhre von etwa 2—3 cm Weite und 20 bis 30 cm Länge, die an dem einen Ende mit einer Glasplatte verschlossen ist, an dem andern mit einer Stopfbüchse, durch die ein Draht in die Röhre geführt ist, auf dessen Spitze eine blanke, mit großen Ausschnitten am Umfange versehene Platte gesteckt ist. Je mehr diese Platte dem vor das andre Ende der Röhre gebrachten Auge genähert werden muß, um sichtbar zu werden, je trüber ist die in die Röhre gebrachte Wasserprobe und umgekehrt. Ebenfalls kann man stehende skalierte Glas-cylinder mit einem auf dem Boden befindlichen Körper benutzen, in die die Wasserprobe so hoch eingeschüttet wird, damit der erwähnte Körper noch von oben sichtbar ist. — Eine für das Auge nicht mehr erkennbare Verunreinigung von Wasser kann oft noch durch den Geruch festgestellt werden. Eis aus verunreinigtem Wasser stößt beim Auftauen einen üblen Geruch aus.

§ 47. Für das mechanische Verhalten der Schwebestoffe, namentlich in fließendem Wasser, ihre Verteilung, sind Form und spezifisches Gewicht bestimmend. Nach Form und Schwere kann man Schwebestoffe etwa wie folgt einteilen:

- a) Schwimmende oder Schwebestoffe, zu denen Papier, Zeugreste, Stroh, Haare, Federn, Reste von Gemüsen und Früchten u. s. w. rechnen. Da dieselben nicht niedergeschlagen werden, sondern nur zufällig an Rauheiten der Fassung hängen bleiben, ist die Entfernung aus den Abwässern, bevor dieselben den Fluß erreichen, von großer Bedeutung für letzteren.
- b) Leichter Schlamm. Derselbe bleibt nur bei größeren Geschwindigkeiten als 150—300 mm schwimmend und sinkt bei kleineren zu Boden.
- c) Feiner Sand. Er wird bei Geschwindigkeiten über 300 mm mitgeführt, bei kleineren niedergeschlagen.
- d) Gröberer Sand. Derselbe bedarf je nach der Korngröße und Gestalt zur Mitführung Flußgeschwindigkeiten von 300—600 mm. Sand wird bei Wassergeschwindigkeit von 150 mm rasch niedergeschlagen. Der Niederschlag wird sehr stark, wenn die Geschwindigkeit nur 2—3 mm beträgt. (Dies



ist daher auch die Geschwindigkeit, welche bei der Klärung von Schmutzwässern vielfach verwendet wird.)

Der Anteil an Schweb- und Sinkstoffen, welcher von häuslichen Abwässern mitgeführt wird, liegt zwischen den Grenzen  $\frac{1}{1000}$  und  $\frac{1}{5000}$ , häufig an  $\frac{1}{3000}$ . Nimmt man einmal den Anteil  $\frac{1}{1000}$  und ein andermal  $\frac{1}{3500}$  an, so liefern 10000 cbm Abwässer 10 bzw. 3,5 cbm Schwebstoffmengen. Denkt man (wie es bei einer Stadt von 100 000 Einwohnern etwa zutrifft) diese Abwässermenge in einem Tag zufließend, so würde der betreffende Flußlauf in einem Jahre 3650 bzw. 1277 cbm feste Stoffe aufzunehmen haben. Bei dauernder Zuführung können dadurch sehr bedeutende Veränderungen seiner Bettform, des Gefälles u. s. w. entstehen. Doch ist zu beachten, daß nur ein Teil der Stoffe dauernder Besitz des Flusses bleibt, nämlich nur der in mineralischer Form befindliche, während der aus organischen Stoffen bestehende Teil von dem Tier- und Pflanzenleben des Flusses aufgezehrt, bzw. durch Mineralisierung auf ein geringeres Volumen zurückgeführt wird.

Unter den verunreinigenden Stoffen kommt einzelnen besondere Bedeutung zu. Dies gilt zunächst von spezifischen Giften anorganischer Art, alsdann von den Mikroben. Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen, Chlor, Natron, Schwefelsäure spielen die analoge Rolle wie bei Bodenverunreinigungen (S. 72 ff.), während Kalk- und Magnesiaverbindungen hier in der besonderen Richtung wirken, daß sie bei Anwesenheit freier oder halbgebundener Kohlensäure eine Vermehrung der Härte des Flusses\*) herbeiführen.

§ 48. Indem die Verunreinigungsstoffe von Wasser in einem fortwährenden Umbildungsprozesse begriffen sind, können innerhalb kurzer Zeit wesentliche Änderungen ihres Zustandes stattfinden. Dies gilt nicht nur mit Bezug auf die Fremdstoffe, sondern auch mit Bezug auf das organisierte Leben des Flußwassers. Es kann die Bakterienzahl in kurzer Zeit sich erheblich verändern. Den auf chemischen und biologischen Vorgängen beruhenden Veränderungen treten diejenigen durch Sedimentation hinzu, denen nicht nur die schwereren Stoffe, sondern auch die Mikroben unterliegen. Letztere sinken in stillstehendem oder wenig bewegtem Wasser zu Boden, sei es, daß dies vermöge der Eigenschwere erfolgt, sei es, daß sie an schweren Fremdkörpern haften und von diesen beim Sinken mit niedergerissen werden.

Aus dem raschen und vielseitigen Wechsel der Dinge ergibt sich die Notwendigkeit, die Untersuchung von Wasserproben möglichst sogleich nach der Entnahme derselben auszuführen, da später ausgeführte Untersuchungen ein vergleichbares Resultat nicht liefern können.

Von wesentlichem Einfluß sind ferner Zeit und Ort der Entnahme, sowie die Entnahmeweise selbst, besonders wenn es sich darum handelt, Zahlen über die Durchschnittsbeschaffenheit des Wassers zu ermitteln. In diesem Falle werden die zuverlässigsten Zahlen vielleicht gefunden, wenn man das Auffanggefäß nicht in das — fließende — Gewässer selbst bringt, sondern dasselbe seitlich am Ufer aufstellt und es durch eine schwimmende — bzw. in bestimmter Tiefe festgehaltene — Einlaßvorrichtung mit dem Fluß in Verbindung bringt. Läßt man die Verbindung einige Stunden bestehen und ist das Gefäß so eingerichtet, daß das Wasser immerwährend durchpassieren kann, so wird man eine Probe erhalten, die freier von den Zufälligkeiten ist, welche bei unmittelbarer und rascher Entnahme im Flusse selbst sich geltend machen können.

\*) 1 Härtegrad deutsch bezeichnet den Anteil von 1 Gewichtsteil kohlensaurem Kalk (Ca O) in 100 000 Teilen Wasser, oder von 10 mg in 1 l oder 10 g in 1 cbm.  
1 Härtegrad englisch = 0,800 Härtegrade deutsch.  
1 Härtegrad französisch = 0,560 Härtegrade deutsch.



Ein gewisses Bild von der Wirksamkeit unerwarteter Nebenfaktoren, die bei Untersuchungen verunreinigter Flußwässer mitspielen können und welches die Notwendigkeit erkennbar macht, für solche Untersuchungen einheitliche Normen zu schaffen, gewährt eine Mitteilung von Köhn in der Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspf. Bd. 25 (1893), welche sich auf Untersuchungen des Spreewassers bei Charlottenburg bezieht.

Die vorstehend berührten Umstände kommen um so mehr in Betracht, je größer und unregelmäßiger der Flußlauf ist und je größer die Unterschiede in der Geschwindigkeit des Wassers an verschiedenen Stellen seines Querprofils sind.

Auch der Menge der zu einer Untersuchung benutzten Wasserprobe kommt Bedeutung zu. Die Menge des geschöpften Wassers soll nicht unter 2 l sein; zur Untersuchung werden davon gewöhnlich 100 ccm benutzt, eine Menge, die einerseits noch „handlich“ ist und andererseits auch Zahlen von ausreichender Genauigkeit liefert. Zu feine, auf Milliontel ausgedehnte Genauigkeit, bei kleineren Mengen als 100 ccm angewendet, hat keinen Zweck, ist vielmehr leicht der Gefahr ausgesetzt, bei mit der Bedeutung von Zahlen weniger vertrauten Laien unrichtige Vorstellungen zu erwecken. Sind in 100 ccm = 100 g Wasser  $x$  g Fremdstoffe enthalten, so ist das Verhältnis:

$$\frac{x}{100} = \frac{10x}{1000} \text{ g} = 10x \text{ mg} = \frac{10000x}{1000} \text{ mg} = \frac{10x}{11} \text{ mg} = \frac{10x}{1 \text{ cbm}} \text{ g},$$

demnach bequem übersehbar.

Dagegen werden Mikrobenzahlen in Wasser fast immer auf die Menge von 1 ccm Wasser bezogen; wenigstens gilt dies, wenn nicht ein andres hinzugefügt ist.

§ 49. Die Untersuchung von Abwässern auf die Mikrobenzahl ist ein Vorgang erst der neueren Zeit. Es liegen ihm verschiedene Ursachen zu Grunde. Während bei Fabrikwässern das Bedeutsame in der Regel in dem Anteil an mineralischen Fremdstoffen liegen wird, kommt es nach der neueren Auffassung in gewöhnlichen städtischen Abwässern auf diese Stoffe weniger an. Selbst die Anteile organischer Herkunft, die in diesen Wässern sich finden, haben an ihrer früheren Bedeutung eingebüßt und werden heute mehr nur noch als Indikatoren, die über die Herkunft eines Wassers die wahrscheinlichste Auskunft geben, benutzt. Entsprechend hat das Untersuchungsverfahren eine Wandlung dahin erlitten, daß man neuerdings darauf hinausgeht, die besondere Schädlichkeit im Wasser — die pathogenen Mikroben — direkt aufzufinden. Nahm man früher an, daß zwischen der Menge der — am bedenklichsten geltenden — organischen Substanz im Wasser und der Mikrobenzahl desselben ein gewisser Parallelismus bestehe, so hat sich diese Annahme als irrtümlich erwiesen. Wenn auch ein gewisser Zusammenhang vorhanden ist, so wird doch die Erkennbarkeit desselben durch eine ganze Reihe von Umständen verwischt. Es braucht hier bloß auf die großen Einflüsse hingewiesen zu werden, die die chemischen, biologischen und physikalischen Vorgänge, Ort, Flußgeschwindigkeit, Jahreszeit, Temperatur, Form der Stoffe, Kohlensäure-Armut oder -Reichtum des Wassers u. s. w., ausüben, Einflüsse, die bei der organischen Substanz wenigstens in anderer Weise zur Geltung gelangen können, als bei dem mikroskopischen Leben eines Gewässers. Entsprechend zeigt die Beobachtung, daß mit einem geringen Anteil an organischen Stoffen eine hohe Entwicklung des mikroskopischen Lebens und auch die umgekehrte Erscheinung parallel gehen kann. Jedenfalls aber — und hierin beruht der Wert, den die biologische Untersuchung von verunreinigten Wässern besitzt, insbesondere — ist das Bild, welches die letztere von dem Zustande liefert, ein viel schärferes als dasjenige, was bei



der chemischen Untersuchung gewonnen wird, weil einem Mehr oder Minder der organischen Substanz von einigen Milligramm ein Mehr oder Minder von Hunderttausenden oder gar von Millionen Keimen entsprechen kann. Hierzu ist insbesondere zu vergleichen eine ausführliche Arbeit von Frank, Verunreinigung der Gewässer in Hygien. Rundschau 1893. Beim Durchlauf der Spree durch Berlin ändert sich beispielsweise der zur Oxydation der organischen Substanz des Wassers erforderliche Bedarf an übermangansaurem Kali (S. 68) von 16,9 mg auf nur 23 mg, während die Zahl der Keime gleichzeitig von 6140 auf 329 900 steigt.

§ 50. Wenn aber bei gewissen Verunreinigungen die chemische Untersuchung unentbehrlich ist und wenn sie in jedem Falle angewendet werden muß, wo es darauf ankommt, den Zustand eines Flusses allseitig zu erkennen, so liegt und lag von jeher der Gedanke nahe, durch Festsetzung von Grenzwerten für gewisse Fremdstoffe, die in verunreinigtem Flußwasser in der Regel angetroffen werden, einen Maßstab für seine Brauchbarkeit, bezw. den zulässigen Grad einer unvermeidlichen Verunreinigung mit diesen Fremdstoffen zu gewinnen.

Die ersten Versuche dieser Art liegen, wie bereits S. 12 erwähnt ward, in England vor. Die nach Vorschlägen der sog. Rivers Pollution Commission festgelegte Grenzzahlenreihe und weiterhin das Gesetz von 1876 blieb indes mehr oder weniger ein toter Buchstabe, besonders wegen der in ihm enthaltenen Klausel, daß bereits bestehende Anlagen, um ungebunden zu sein, nur den Nachweis zu liefern hatten, daß die bestmöglichen überhaupt verwertbaren Mittel gegen Flußverunreinigung von ihnen bereits angewendet würden. Da nun auch erkannt ward, daß das Gesetz manche berechtigten Interessen unnötigerweise schädigte, so ward 1886 ein neues Gesetz mit neuen Grenzzahlen erlassen, welches diese verschieden festsetzte, je nachdem es sich um Flüsse mit oder ohne Trinkwassernutzung handelte. Daß diese generelle Trennung ebenfalls zu ganz unnötigen Härten gegen städtische Interessen führen kann, wird weiterhin nachgewiesen werden. Jedenfalls ist das Vorgehen Englands mit der Festsetzung von Grenzzahlenreihen bisher kein erfolgreiches gewesen, da die englischen Flüsse heute im allgemeinen stärker verunreinigt sind, als diejenigen der Länder des Kontinents. In einzelnen besonders schlimmen Fällen steht aber der englischen Verwaltung, um Abhilfe zu schaffen, das Mittel eines Verbots durch die höchste Verwaltungsstelle zu Gebote (eine Order of the High Court of Chancery).

Die beiden englischen Grenzzahlenreihen sind, zusammen mit den von dem badischen Fischereigesetz (S. 14) normierten Grenzzahlenreihen in folgender (aus Fischer, Das Wasser, entnommenen) Tabelle wiedergegeben:

Es sind zulässig Milligramm in 1 l Abwasser:

Stoffe	In England nach dem Gesetz von		In Baden nach dem Fischerei- gesetz von 1888	
	1876	1886	allgemein	im Rheinstrom
1. Schwebestoffe, organische . . . .	10	20	100 000	100 000
anorganische . . . .	30	50	—	—
2. Organischer Kohlenstoff . . . . .	20	20	—	—
3. Organischer Stickstoff . . . . .	3	10	—	—
4. Metalle . . . . .	20	—	1000	5000
5. Arsen . . . . .	0,5	—	1000	5000
6. Chlor . . . . .	10	20	0	0
7. Schwefel, als H <sub>2</sub> S oder lösl. Sulfid	10	20	1000	5000
8. Freie Säure, als HCl berechnet . .	20	100	1000	5000
9. Alkalien, als NaOH berechnet . . .	20	20	1000	5000
10. Erdöl oder Kohlenwasserstoff . .	0,5	0,5	0	0
11. Ueber 50° erhitztes Wasser . . .	—	—	0	0



Gelegentlich der in Berlin 1883 stattgefundenen internationalen Hygieneausstellung wurden einige Preise für die Abfassung einer Schrift über Flußverunreinigung und deren Abhilfe mit besonderer Rücksicht auf Gesundheit und Leben der Fische ausgesetzt. Unter den darauf eingegangenen Arbeiten wurde derjenigen des Professors König, die später unter dem Titel: König, Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin 1887, veröffentlicht worden ist, der erste Preis zuerkannt. In dieser Schrift trat der Verfasser für die gesetzliche Feststellung von Grenzzahlenreihen ein und machte später auf dem sechsten internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie zu Wien 1887\*) folgende Vorschläge: Es soll verboten sein, in öffentliche Gewässer Abwässer einzuleiten, welche seinen Gehalt an Fremdstoffen in 1 l über die folgenden Zahlen hinaus erhöhen:

5—10 mg	suspendierte Schlammstoffe,
3 "	Stickstoff in irgend welcher Verbindung,
2 "	Schwefelwasserstoff, oder eines löslichen Schwefelmetalles,
5 "	freie Schwefelsäure oder freies Alkali,
0,01 "	Arsen,
10 "	Zink- oder Eisensulfat,
30 "	Eisen- oder Aluminium-Alaun,
200 "	Chlorcalcium oder Chlormagnesium,
500 "	Chlornatrium,
0,05 "	eines öligen oder theerigen Produktes.

Zur Oxydation der organischen Substanz soll nicht mehr als 2 mg übermangansaures Kali erforderlich sein, und das Flußwasser durch den Einlaß keine höhere Temperatur als 17° C. erlangen.

Dies sind sehr strenge Anforderungen, die wohl nur in seltenen Fällen eingehalten werden können (vergl. die S. 76 mitgeteilten Grenzzahlen für Trinkwasser). Die Königschen Vorschläge wiegen um so schwerer, als sie sich auf eine große Anzahl von Stoffen beziehen und Kompensationen unter denselben ausgeschlossen sind. Sie dürften danach kaum je Aussicht auf Annahme haben. Auch bietet die Erfahrung Beispiele stärkerer Verunreinigungen von Wasser, das dennoch ohne auffälligen Schaden für die Gesundheit als Trinkwasser benutzt wird.

Indem manche Hygieniker noch heute das einzig Bedenkliche der Abwässer in dem Gehalt derselben an organischer Substanz sehen, wenn diese einen gewissen Konzentrationszustand überschreitet, verlangen sie nichts weiter als die Erreichung eines gewissen Verdünnungszustandes. So hat v. Pettenkofer noch vor wenigen Jahren die Einleitung solcher Abwassermengen in Flußläufe für zulässig erklärt, bei denen das Verhältnis  $\frac{\text{Flußwasser}}{\text{Abwasser}} \leq \frac{15}{1}$  ist; er hat aber später das Verhältnis auf  $\frac{40}{1}$  erhöht und im Interesse des raschen Eintritts der Verdünnung, sowie der Verhinderung von Ablagerungen die Bedingung hinzugefügt, daß an der Eintrittsstelle die Flußgeschwindigkeit größer sein müsse als die des Abwasserstromes. Das Verhältnis  $\frac{40}{1}$  ist von der Isar entnommen. Andere erheben strengere Anforderungen; so z. B. verlangten die Londoner Commissioners of the Metropolitan Sewage Discharge das Verhältnis von  $\frac{40}{1}$  selbst für die einem chemischen Reinigungsverfahren unterworfenen Abwässer, und Stearns vom Massachusetts State Board of Health

\*) Berichte über die Verhandlungen des 6. internationalen Kongresses für Hygiene und Demographie zu Wien. 1887.



will das Verhältnis  $\geq \frac{130}{1}$  haben; selbst diese Verdünnung könne für gewisse gewerbliche Zwecke noch nicht ausreichen und vom Standpunkt der gesundheitlichen Interessen möge sie immer bedenklich sein\*).

Letztere Auffassung ist zwar theoretisch unanfechtbar und gilt auch für noch viel weiter gehende Verdünnungen, hat in praxi, gegenüber dem „Unvermeidlichen“, das hier eintritt, aber keine Bedeutung zu beanspruchen. Nach der Erfahrung können und müssen gewisse Verunreinigungen der Gewässer toleriert werden, und es wird daher nur die Aufgabe sein, diejenige Verdünnungsgrenze einigermaßen sicher festzulegen, mit welcher den berechtigten Ansprüchen der Gesundheitspflege einerseits und des wirtschaftlichen Lebens andererseits in etwa gleicher Weise genügt ist. Diesen bestimmten Zweck hat das S. 18 mitgeteilte Wirken des deutschen Vereins f. öffentl. Gesundheitspflege bei der Ermittlung von Grenzzahlen im Sinne, dem aber ein Erfolg bisher versagt geblieben ist.

Wenn in den meisten Grenzzahlenreihen für Trinkwasser ein Anteil von 10 mg pro 1 l = 10 g pro 1 cbm organischer Substanz zulässig gehalten wird und ein Mensch pro Tag 40 g organische Substanz ausscheidet, so würden um diese Ausscheidung so weit zu verdünnen, daß das Flußwasser als Trinkwasser brauchbar wäre, nur 4 cbm von organischer Substanz freies Flußwasser notwendig sein, die der betreffende Fluß pro Tag abführen müßte. Um also die Fäkalien einer Stadtbevölkerung von 10 000 Menschen ausreichend zu verdünnen, hätte der Fluß in 24 Stunden die Wassermenge von 40 000 cbm, d. h. sekundlich  $\frac{40\,000}{86\,400}$  rund 0,5 cbm von organischen Anteilen freies Wasser abzuführen; es würde also schon eine sehr geringe Flußgröße genügend sein, um die Fäkalien aus dieser Stadt bis zur Unschädlichkeit zu verdünnen.

Die Erfahrung lehrt überall, daß dies Ergebnis durchaus unrichtig ist, und die Gründe davon liegen auch auf der Hand. Zwei davon: daß das Flußwasser selbst nicht frei von organischer Substanz ist und daß außer den Fäkalien auch aus andern Quellen bedeutende Mengen von organischer Substanz dem Flusse zugeführt werden, fallen besonders ins Gewicht. Letztere Mengen, bei denen hauptsächlich an die Küchenwässer und andre Abwässer des Hauses, sowie an das Straßenwasser zu denken ist, müssen sehr bedeutende sein, um die meist hohe Verunreinigung erklären zu können, welche kleine Flüsse und selbst mittlere Flüsse in Städten regelmäßig aufweisen. Daraus aber folgt mit Sicherheit, daß die Fäkalien bei der Flußverunreinigung oft nur die kleinere Rolle spielen und die andern Faktoren den überwiegenden Einfluß äußern.

§ 51. Mit dieser Schlußfolgerung ist für die Vertreter des „tout à l'égout“ gegenüber denjenigen der Trennsysteme eine Basis gewonnen, die um so mehr unanfechtbar erscheint, als jene Folgerung durch die Erfahrung bestätigt wird: die Abwässer aus Städten mit Schwemmkanalisation und solchen, aus denen die Fäkalien gesondert abgeführt werden, unterscheiden sich in ihrer Verunreinigung nur unmerklich. Diese Tatsache ist in durchschlagender Weise von der englischen Rivers Pollution Commission\*\*) festgestellt, welche die Kanalwässer einer großen Anzahl von Städten analysierte und dabei folgendes Ergebnis fand:

\*) Röchling, Rivers Pollution and Rivers Purification. S. 9.

\*\*) First Report u. s. w.



Fremdstoffe	Es enthalten (Milligramm in 1 l) die Kanalwasser	
	aus 15 Städten mit Gruben- oder Kübelsystem im Durchschnitt aus 37 Analysen	aus 16 Städten mit Wasserklosetts im Durchschnitt aus 50 Analysen
Gelöst: Organischen Kohlenstoff . . . . .	41,81	46,96
"      Stickstoff . . . . .	19,75	22,05
Ammoniak . . . . .	54,35	67,03
Stickstoff, als Nitrite und Nitrate . . . . .	0	0,03
Stickstoff, insgesamt . . . . .	64,51	77,28
Chlor . . . . .	115,4	106,6
Gesamtrückstand . . . . .	824,0	722,0
Suspendiert . . . . .	391,1	446,9
In den suspendierten Stoffen Organisches . . . . .	213,0	205,1

Allerdings liegen die Grenzen der Zahlen, aus denen die vorstehenden Durchschnittszahlen ermittelt sind, weit auseinander.

Frank hat im Jahre 1886/87 (April bis April) systematische Untersuchungen der Spree auf ihrem Laufe durch Berlin ausgeführt\*), deren Ergebnisse ein hohes Interesse insofern bieten, als sie erweisen, daß auch in kanalisierten Städten die Flußverunreinigung noch recht bedeutend sein kann. Von der damaligen Bevölkerungszahl Berlins = 1 350 000 waren 1 105 000 = 82% an die Kanalisation angeschlossen; nichtsdestoweniger nahm der Verdampfungsrückstand und der Chloranteil des Spreewassers bei seinem Laufe durch die Stadt zu und ebenso wuchs die Menge des zur Oxydation der organischen Substanz erforderlichen Sauerstoffs. Ein recht scharfes Bild aber lieferte die Zählung der Keime, aus welcher die Zahlen für einige Hauptstationen hier mitgeteilt werden sollen.

Nr.	Stationen	Entfernung von der Anfangsstation km	Ermittelte Keimzahl in 1 cem Wasser Grenzen	Mittelzahlen aus allen Beobachtungen (3—6)
1	Oberbaumbrücke, am Ostende der Stadt . . . . .	0,0	1900— 65000	9000
2	Jannowitzbrücke . . . . .	2,3	3000— 63000	13400
3	Friedrichsbrücke . . . . .	4,3	5700— 130000	26700
4	Ebertsbrücke . . . . .	4,9	4100— 154000	37500
5	Marschallsbrücke . . . . .	5,9	3500— 171000	39000
6	Moltkebrücke . . . . .	6,7	4500— 385000	69400
7	Moabiter Brücke . . . . .	8,5	5400— 154000	51000
8	Schleuse bei Ruhleben . . . . .	20,0	32600—1250000	197000
9	Spandau, beim Zusammentritt mit der Havel	22,0	33700—2520000	330000
10	Pichelsdorf . . . . .	33,0	6300— 893000	188000
11	Gatow . . . . .	36,0	9000— 486000	137000
12	Cladow . . . . .	38,0	2900— 650000	131000
13	Sacrow . . . . .	45,0	1700— 296000	10200

Den Zahlen ist etwa folgendes beizufügen: Bis zur Station Moltkebrücke berührt die Spree Stadtteile, die bereits kanalisiert waren; bis dahin ist die Verun-

\*) Frank, Bemerkungen zur Frage der Flußverunreinigung in Hygien. Rundschau. 1893.



reinigung mäßig. Alsdann geht die Spree an dem noch nicht kanalisierten Stadtteil Moabit vorüber und wird hier stark verunreinigt, noch stärker bei ihrem Durchfluß durch die ebenfalls noch nicht kanalisierte Stadt Spandau, unterhalb welcher (zwischen Station 9 und 10) alsbald wieder eine starke Abnahme der Keimzahl eintritt. Diese Abnahme geht langsam weiter, bis nach 45 km langem Lauf die Verunreinigung etwa wieder auf diejenige am Anfangspunkt der Strecke zurückgegangen ist. Unentschieden bleibt, welchen Einfluß bei dieser Selbstreinigung des Flusses etwa die Veränderungen des Flußregimes spielen, die in der Strecke stattfinden. Von Spandau abwärts bildet der Fluß seeartige Becken, in denen nur minimale Geschwindigkeiten stattfinden, also die Sedimentierung der Mikroben zur besondern Geltung kommen kann. Außerdem wird durch den Zufluß der Havel in Spandau die Wassermenge des Flusses auf etwa das Doppelte erhöht, was im allgemeinen als gleichbedeutend mit einer auf das Doppelte herabgesetzten Verdünnung der Fremdstoffe erachtet werden kann.

Von Interesse ist noch die Nebeneinanderstellung von Zahlen, die sich auf die Verunreinigung einiger Flußläufe beziehen, denen die Fäkalien teils zugeleitet, teils vorenthalten werden.

Milligramm in 1 l	1. Neckar		2. Lech bzw. Wertach			3. Isar		4. Elbe	
	unterhalb Stuttgart	in Cannstatt	oberhalb Augsburg	unterhalb Augsburg bei Goosshofen	oberhalb München	unterhalb München bei Freising	oberhalb Dresden	unterhalb Dresden	
Suspendierte Stoffe . .	35,3	39,9	5,7	3,8	28,2	13,0	12,7	7,3	7,2
Gelöste Stoffe (Abdampfrückstände) . . . . .	310,4	331,6	219,6	235,6	240,0	219,2	224,0	136,8	136,5
Chlor . . . . .	7,3	9,8	0,98	1,47	1,96	1,96	2,94	8,9	8,7
Sauerstoffverbrauch bei der Oxydation . . .	3,35	3,45	1,33	2,80	2,66	2,42	2,48	18,4 (organ. Substanz)	17,6
Ammoniak . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3
Salpetersäure . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	3,8	2,5

Da Stuttgart und Augsburg gut eingerichtete Abfuhrreinrichtungen besitzen, so werden in beiden Städten die Fäkalien den Kanälen vorenthalten; in München gelangen aber große Mengen Fäkalien in den Fluß hinein, in Dresden alle. Der Unterschied tritt in den Zahlen der Tabelle wenig merkbar hervor, als weiterer Beweis, daß die Zuführung oder Vorenthaltung der Fäkalien keinen so großen Einfluß auf die chemische Beschaffenheit des Flußwassers, speziell die Verunreinigung ausübt, als vielfach angenommen wird.

Es seien schließlich als Beispiel noch ein paar Analysen mitgeteilt, welche sich auf das Wasser der Luppe bei Leipzig (eines Armes der Elster) beziehen. Die Luppe nimmt sowohl die Leipziger Abwässer als die Abwässer einer Anzahl Vororte der Stadt, als endlich diejenigen einer Anzahl von Fabriken, worunter besonders Gerbereien, chemische Fabriken, Rauchwarenfärbereien, Seifenfabriken, auf. Die Zahlen sind aus Fischer, Das Wasser etc., entnommen.

\*) Ohne der Zahl eine besondere Bedeutung beizulegen, mag bemerkt werden, dass man im gewöhnlichen Flußwasser etwa 500 Keime antrifft.

Wasser von Tiefbrunnen und vor Verunreinigungen geschützten Quellen enthält 0 bis 50 Keime, etwas höhere Zahlen das Wasser aus Brunnen mit maschineller Förderung. Durch sorgfältige Sandfiltration kann die Keimzahl selbst von stark verunreinigten Flußwässern auf 100 und weniger herabgezogen werden. Die Zahl 100 ist vom Reichsgesundheitsamt als Grenzzahl für gefiltertes Wasser festgesetzt worden.



Fünf Analysen des Wassers, an verschiedenen Stellen des  
Flußlaufes entnommen:

Milligramm in 1 l = Gramm in 1 cbm	I	II	III	IV	V
Verdampfungsrückstand . . . . .	297,3	262,0	280,9	261,2	249,2
Glühverlust . . . . .	48,2	67,3	70,5	57,4	47,5
Organisch . . . . .	14,3	17,5	37,8	19,1	18,1
Ammoniak . . . . .	0,3	0,3	1,3	1,1	0,8
Salpetersäure . . . . .	0,5	4,0	1,9	1,5	5,2
Salpetrige Säure . . . . .	Spur	Spur	—	Spur	0,5
Chlor . . . . .	14,9	17,7	24,2	21,3	19,4
Schwefelsäure . . . . .	39,8	41,4	39,8	41,0	38,9
Kohlensäure . . . . .	41,5	39,2	51,3	46,2	43,2
Kalk . . . . .	63,2	63,3	70,8	66,5	65,9
Magnesia . . . . .	13,8	13,1	14,5	13,3	13,4
Phosphorsäure . . . . .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Damit korrespondierende mittlere Wassergeschwindigkeiten . . . .	1,99	0,50	—	0,17	0,22
Sekundliche Wassermenge in Kubik- metern . . . . .	2,85	2,91	1,58	4,49	4,53

§ 52. Da die Menge der Abfallstoffe einer Stadt in einem gewissen, wenn auch wechselnden Verhältnis zur Einwohnerzahl derselben steht, sind Versuche so erklärlich als berechtigt, aus der Einwohnerzahl einer Stadt, der Wassermenge und der Geschwindigkeit eine Norm für die zulässige Verunreinigung eines Flusses zu gewinnen. Stillschweigende Voraussetzung ist dabei, daß die Verunreinigung nur diesen, nicht auch noch andern Ursachen entstammt. Normen, die nur die Einwohnerzahl einer Stadt berücksichtigen, sind also da unanwendbar, wo der Fluß nicht einem regen Schiffsverkehr dient. Auf den Wasserflächen der Spree in Berlin (zusammen 180 ha) wurden 1890 nicht weniger als 3787 Köpfe Schiffsbevölkerung gezählt, d. h. pro ha 21 Köpfe, d. h. ebenso viel als in dünn bevölkerten Städten Bewohner auf 1 ha Stadtgebiet kommen.

Eine Norm der obigen Art ist, soviel bekannt, zuerst von Fleck aufgestellt; dieselbe lautet:

$$\frac{q v}{E} \geq 0,0001 \text{ oder auch: } E \leq \frac{q v}{0,0001} \leq 10\,000 q v.$$

Darin bezeichnet  $E$  die Einwohnerzahl der Stadt,  $q$  die sekundliche Wassermenge und  $v$  die sekundliche Geschwindigkeit des Flusses. Wäre etwa  $q = 1$  (cbm) und  $v = 1$  m, so würden hiernach dem Flusse die Abwässer einer Stadt bis zu 10 000 Einwohnern übergeben werden können, bei  $q = 1$  cbm und  $v = 0,5$  m einer Stadt bis zu 5000 Einwohnern und bei  $q = 0,5$  cbm,  $v = 0,5$  m einer Stadt bis zu 2500 Einwohnern. Die Flecksche Norm läßt also verhältnismäßig hohe Einwohnerzahlen zu, ist aber auch von ihrem Urheber nur auf den noch nicht verunreinigten Oberlauf eines Flusses anwendbar erklärt worden. Bei bereits von oben her verunreinigten Flußstrecken würde man mit entsprechend verminderten Zahlen rechnen müssen.

Die Flecksche Norm steht dem Einwand offen, daß sie keine Rücksicht darauf nimmt, ob etwa die gesamte Bewohnerschaft der Stadt, oder nur ein Teil derselben ihre Fäkalien dem Flußlaufe überweist. Diesem Umstande, dem freilich nach dem,



was oben vorausgeschickt, keine durchschlagende Bedeutung beizumessen ist, trägt eine von Baumeister aufgestellte Norm\*) Rechnung, welche lautet:

$$k = \frac{Q v}{(1+c)} E,$$

worin  $q$  die in 24 Stunden abfließende Wassermenge des Flusses ist,  $v$  dieselbe Bedeutung wie oben hat und  $c$  eine Verhältniszahl, welche angiebt, der wievielte Teil der Stadtbewohnerschaft dem Flusse die Fäkalien zusendet. Bei Städten ausschließlich mit Abfuhr ist  $c = 0$ , bei Städten mit vollständig durchgeführtem Schwemmsystem ist  $c = 1$ ; bei gemischten Zuständen hat  $c$  einen entsprechenden, zwischen 0 und 1 liegenden Wert.  $k$  bezeichnet einen Koeffizienten, an dessen eventuelle gesetzliche Festlegung gedacht werden könnte.

Man kann leicht bestimmen, bei welchem Wert des Koeffizienten die Baumeistersche Norm übereinstimmende Werte mit der Fleckschen giebt. Beispielsweise findet sich für die obigen zusammengehörenden Werte von  $q$  und  $v$ , sowie für  $c = 1,0$ ,  $c = 0,5$  und  $c = 0$ :

$$E = \frac{86400 \cdot 1 \cdot 1}{1+1} \cdot \frac{1}{k} = \frac{43200}{k}; \text{ und entsprechend: } E = \frac{43200}{k} \cdot \frac{4}{3} = \frac{57600}{k};$$

$$\text{und ferner: } E = \frac{43200}{k} \cdot 2 = \frac{86400}{k}; \text{ bzw.}$$

$$E = \frac{86400 \cdot 1 \cdot 0,5}{1+1} \cdot \frac{1}{k} = \frac{21600}{k}; \text{ und entsprechend: } E = \frac{21600}{k} \cdot \frac{4}{3} = \frac{28800}{k};$$

$$\text{und ferner: } E = \frac{21600}{k} \cdot 2 = \frac{43200}{k}; \text{ bzw.}$$

$$E = \frac{86400 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{1+1} \cdot \frac{1}{k} = \frac{10800}{k}; \text{ und entsprechend: } E = \frac{10800}{k} \cdot \frac{4}{3} = \frac{14400}{k};$$

$$\text{und ferner: } E = \frac{10800}{k} \cdot 2 = \frac{21600}{k}.$$

Diesen Zahlen würden, um auf die Einwohnerzahlen der Fleckschen Norm zu kommen, folgende Werte von  $k$  entsprechen:

$$k = 4,32; \quad k = 5,76; \quad k = 8,64.$$

Voraussetzung der Anwendbarkeit der Baumeisterschen Norm wird bei Benutzung derselben, wie hier geschehen, sein müssen, daß der Fluß rein sei; man kann aber diese Voraussetzung durch eine entsprechende Festsetzung über  $k$  zum Ausdruck bringen. Im übrigen hat der Autor seine Norm nicht unmittelbar für diese Verwendungsweise bestimmt, vielmehr für den Zweck der Vergleichung der Verunreinigung von Flüssen bei ungleich großen Städten und ungleichen Zuständen, was die Beseitigungsweise der Fäkalien anbetrifft. Er berechnet a. a. O. für eine Anzahl von Städten den Wert von  $k$  und findet denselben in so weiten Grenzen schwankend, daß damit die unterschiedlose, auf die betreffenden Zustände der Stadt und die besonderen Verhältnisse des Flusses keine oder nur wenig Rücksicht nehmende Beurteilung und Behandlung der Flussverunreinigung, wie sie vereinzelt auch heute noch stattfindet, ad absurdum geführt erscheint. Näheres muß in den Quellen selbst nachgelesen werden.

Beiden obigen Normen ist es gemeinsam, daß sie auf die Temperaturen des Wassers und die besondere Beschaffenheit des Flußbettes — ob reguliert oder nicht, ob von fester oder lockerer Beschaffenheit, ob breit oder schmal, gleich-

\*) D. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., Bd. 24 (1892), und Hyg. Rundsch. 1892.



mäßig oder wechselnd tief, Faktoren, welche auf den Verunreinigungsstand eines Flusses erheblich einwirken — keine Rücksicht nehmen; doch erscheint es auch unmöglich oder doch sehr schwierig, derartige Faktoren in ziffermäßiger Form zum Ausdruck zu bringen.

§ 53. Auf einen den verschiedensten Gesichtspunkten, die bei der Flußverunreinigung in Betracht kommen, wohl am meisten entsprechenden Standpunkt stellt sich Flügge, indem er (Flügge, Grundriß der Hygiene) folgendes ausspricht:

„Werden die Abwässer der Stadt unterhalb derselben in den Fluß eingelassen und liegen auf längere Strecken keine Ortschaften am Flusse, oder wird wenigstens das Wasser des Flusses in keiner Weise von den Anwohnern benutzt, so ist geringe oder gar keine Gelegenheit zur Infektion gegeben, und in solchen Fällen hat auch die Statistik einen gesundheitsschädlichen Einfluß der Flußverunreinigungen nicht nachweisen können [hierzu würden Ausnahmen hinsichtlich der Tideströme und der Flüsse, in welchen sich Stauwerke befinden, zu machen sein, auch die halb oder ganz ‚stehenden‘ Gewässer sind auszunehmen. D. V.]

„Es würde unrichtig sein, die Einleitung der Kanalwässer in die Flüsse prinzipiell für alle Fälle zu verbieten; die Entscheidung ist vielmehr abhängig zu machen 1. von der Menge [und Beschaffenheit! D. V.] der Kanalwässer, 2. der Wassermenge und Geschwindigkeit des Flusses, 3. der Ufergestaltung und dem Verlauf des Flusses [Form, Tiefe u. s. w. des Flußbettes. D. V.], 4. von der Bewohnung der abwärts gelegenen Uferstrecken und der Benutzung des Flußwassers.

Die bei Arbeitern im Kanalisationsbetriebe selten beobachtete Infektion ist hauptsächlich auf die starke Durchmischung und Verdünnung der Abwässer zurückzuführen. Die einzelnen konzentrierten Infektionsquellen sind zerteilt und in dem Chaos von harmlosen Bakterien und körperlichen Elementen anderer Art untergegangen. Finden auch Berührungen mit minimalen Teilen dieser Masse statt, so bestehen doch keinerlei Chancen dafür, daß in diesen kleinsten Partikelchen Infektionserreger enthalten sind. Etwas anderes ist es, wenn ganze Bevölkerungen von einem hochgradig verunreinigten Wasser vielseitigen Gebrauch machen, dasselbe fortgesetzt trinken etc. Dadurch würde eine so ausgiebige Berührung mit den Kanalwässern hergestellt werden, daß mit großer Wahrscheinlichkeit gelegentlich auch Infektionserreger aufgenommen werden würden.“

§ 54. Seit dem Ende des Jahres 1888 wird in Preußen bei der Beurteilung von Flußverunreinigungsfragen nach Normen verfahren, die von der Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen festgestellt und auf S. 17 bereits erwähnt worden sind. Diese Normen werden, samt einem Auszug aus der Begründung derselben, nachstehend im Wortlaut mitgeteilt.

#### Normen der Wissenschaftlichen Deputation vom 24. Oktober 1888, betreffend Flußverunreinigung.

Vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege ist es erforderlich, daß die Verwaltungsbehörden bei den Anordnungen zur Verhütung einer gemeinschädlichen Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe (worunter alle fließenden Gewässer ohne Unterschied des Eigentumsrechts verstanden sind) folgende Grundsätze beachten:



- I. Gemeinschädliche Verunreinigungen öffentlicher Wasserläufe entstehen:
1. durch Infektionsstoffe,
  2. durch fäulnisfähige Stoffe,
  3. durch toxisch wirkende Stoffe,
  4. durch andre Stoffe, die den Gebrauch des Flußwassers zum Trinken, zum Hausgebrauch, in der Landwirtschaft, oder in der Industrie beschränken, oder die Fischzucht gefährden.

Zu 1. Infektionsstoffe können enthalten sein in allen aus den menschlichen Wohnungen oder deren Umgebung herrührenden Schmutzwässern, also nicht bloß in den Fäkalien, sondern in allen, im menschlichen Haushalt gebrauchten und aus demselben wieder zu entfernenden Wässern, sowie in den Niederschlags- und Reinigungswässern von Höfen, Straßen und Plätzen. Das Gleiche gilt von den Abgängen aus Schlächtereien und aus solchen Gewerbebetrieben, die Lumpen, Felle, Haare oder tierische Abfälle verarbeiten.

Die Verwaltungsbehörden haben deshalb dafür Sorge zu tragen, daß alle solche Schmutzwässer den öffentlichen Wasserläufen, so weit dies irgend thunlich, erst zugeführt werden, nachdem dieselben zum Zwecke der Unschädlichmachung einem von der Aufsichtsbehörde als geeignet anerkannten Verfahren unterworfen worden sind.

Zu 2. Hinsichtlich der zu 1. oben erwähnten Schmutzwässer und hinsichtlich derjenigen Abwässer aus gewerblichen Anlagen, die nicht unter Nr. 1 fallen, aber fäulnisfähige Stoffe enthalten, ist darauf zu achten, daß solche Wässer den öffentlichen Wasserläufen erst in völlig geklärtem Zustande zugeführt und in dem letzteren so weit verdünnt werden, daß später nicht stinkende Fäulnis eintreten kann. Alle Abwässer dieser Art — auch die Straßenwässer — sind fäulnisfähig und demgemäß zu behandeln.

Die Feststellung von Grenzwerten für den Gehalt der gereinigten Abwässer an fäulnisfähigen Stoffen verschiedener Art mit Rücksicht auf Temperatur und Bewegung des Wassers ist notwendig. Vorläufig ist der zulässige Grad der Verunreinigung danach zu bemessen, daß unverkennbare Anzeichen stinkender Fäulnis, wie Fäulnisgeruch und Entwicklung von Gasblasen auch beim niedrigsten Stande des Flußwassers und bei höchster Sommertemperatur fehlen müssen.

Die getrennte Beseitigung der Fäkalien macht die übrigen Schmutzwässer nur unwesentlich weniger fäulnisfähig.

Zu 3. Toxisch wirkende Stoffe kommen, und zwar nach den gegenwärtigen Erfahrungen, nur als mineralische Gifte (Arsenik, Blei) und betreffs der gewerblichen Abwässer in Betracht. Sehr geringe Mengen sind unschädlich. Es wird darauf Bedacht zu nehmen sein, daß die Grenze durch Sachverständige bestimmt festgesetzt wird, innerhalb deren die Zuführung solcher Stoffe in die öffentlichen Wasserläufe zulässig sein würde.

Zu 4. Auch durch andre als die zu 1.—3. bezeichneten Stoffe können Wasserläufe so verunreinigt werden, daß das Flußwasser zum Gebrauch als Trink- und Wirtschaftswasser, für andre Industrien und für die Landwirtschaft unbrauchbar, oder die Fischzucht gefährdet wird. Es gilt dies insbesondere für Zuflüsse von Färbereien, Soda-, Gas- und andern chemischen Fabriken, Abgängen von Paraffin und Petroleum, heißen Kondensationswässern, Chemika-



lien, welche zur Klärung und Desinfektion von Abwässern gedient haben u. s. w.

Entscheidend für die Frage, ob die Zuführung dieser Abwässer auf so geartete Stoffe erst von einer vorhergehenden Reinigung abhängig zu machen sei, bleibt der Satz, daß das Flußwasser in seiner Klarheit, Farblosigkeit, im Geschmack, Geruch, Temperatur und Gehalt an gelösten Mineralstoffen (Härte) nicht **wesentlich** verändert sein darf.

Allgemein anwendbare, in bestimmten Zahlen ausgedrückte oder die Grenze sonst genau bezeichnende Bestimmungen darüber, wann dies anzunehmen sei, sind bis jetzt bei uns nicht aufgestellt. Da übrigens die Rücksicht auf die Gesundheit dabei nur selten in erheblicher Weise und nur mittelbar, meist aber nur Vermögensobjekte in Betracht kommen, so werden die verschiedenen Interessen in ihrer Wichtigkeit verständig gegen einander abzuwägen sein.

Insofern als Flußwasser als Trinkwasser verwendet werden soll, ist es wünschenswert, daß die für die zulässigen Veränderungen festzustellenden Grenzwerte dabei zur Anwendung kommen.

II. 1. Die Haushaltungs- und Abtrittswässer, sowie die Niederschlagswässer von Höfen, Straßen und Plätzen können nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen mit dem nachstehend dargelegten Maßstabe gemessen, so vollständig als nötig gereinigt werden.

- a) Sie werden durch das Berieselungsverfahren von Infektionsstoffen und fäulnisfähigen Stoffen so weit befreit, daß die Ableitung der Rieselwässer in öffentliche Wässer ohne weiteres geschehen kann.
- b) Sie werden durch geeignete, mit mechanischen Einrichtungen verbundene chemische Verfahren (Aetzkalk, in Verbindung mit andern Fällungsmitteln) von Infektionsstoffen und suspendierten fäulnisfähigen Stoffen vollständig, von gelösten fäulnisfähigen Stoffen aber nur teilweise befreit. Um nachträgliche Fäulnis zu verhüten, muß die Menge des Flußwassers ausreichen, die gelösten Stoffe gehörig zu verdünnen; andernfalls muß das Wasser noch einen genügenden Zusatz eines fäulniswidrigen Mittels (Kalk u. s. w.) enthalten. Die Reinigung muß in zweckmäßig angelegten einheitlichen Anstalten geschehen. Durch die Anhäufung von Schlammwasser dürfen neue Schädlichkeiten nicht hervorgerufen werden.

2. Die zu 1. aufgestellten Sätze gelten für gewerbliche Abwässer in gleicher Weise.
3. Notauslässe von Kanalisationsanlagen sind bei beiden Verfahren (1. a und 1. b) zulässig; der Ort ihrer Anlage, ihre Zahl und ihre Benutzung sind zu kontrollieren; Zahl und Benutzung ist möglichst einzuschränken.
4. Die gesamten Reinigungsverfahren müssen fortlaufend auf ihre ausreichende Wirksamkeit kontrolliert werden.
5. Die Wissenschaftliche Deputation nimmt davon Abstand, für die Reinigung der Abwässer von den zu Satz I. Nr. 4 oben aufgeführten Stoffen Vorschläge zu machen, aus demselben Grunde, aus welchem solche Vorschläge in betreff der anorganischen Verunreinigungen von ihr oben nicht gefordert worden sind.

III. Ob ein Fluß durch Infektionsstoffe so verunreinigt ist, daß eine Abhilfe des bestehenden Zustandes erforderlich wird, kann man auf Grund einer bak-



teriologischen Untersuchung des Flußwassers an den verschiedenen, dabei in Betracht kommenden Stellen, im Vergleich mit den Abwässern an demjenigen Punkt, an welchem sie in den Fluß eingeleitet werden, erkennen. Außerdem wird das Auftreten einer Infektionskrankheit, welche auf Benutzung des Wassers zu beziehen ist, sehr entscheidend mitsprechen. Es darf aber mit der Abhilfe bis dahin nicht gewartet werden.

Schließlich kann auch die Thatsache, daß solche Abgänge, von denen zu befürchten ist, daß sie zur Entstehung von Infektionskrankheiten Anlaß geben und welche undesinfiziert in einen Flußlauf gelangen, ein amtliches Einschreiten erfordern. Dies wird insbesondere der Fall sein, wenn die Abgänge aus Krankenhäusern, Waschanstalten, oder aus Wohngebäuden mit infektionskranken Personen herrühren. Das Vorhandensein fäulnisfähiger Stoffe im Uebermaß wird man daran erkennen, daß das Flußwasser erheblich gefärbt, oder verschlammmt, oder stinkend wird. Das Aufsteigen von Gasblasen aus dem am Boden des Flusses abgelagerten Schlamm ist ein untrügliches Kennzeichen eines Zustandes, welcher der Abhilfe bedarf.

Ob toxisch wirkende Stoffe in einem Umfange vorhanden sind, daß Abhilfe notwendig ist, wird im Einzelfall durch sachverständige Prüfung zu ermitteln sein.

Ob endlich andre derartige Stoffe sich in den, einem Flusse zugeführten Abwässern befinden, wird aus den eingetretenen unverkennbaren Mißständen sich ergeben.

IV. Die Beurteilung einer geplanten Anlage in Bezug auf die davon zu erwartende gemeinschädliche Verunreinigung öffentlicher Wasserläufe hat in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung der voraussichtlich produzierten Schmutzwässer und der beabsichtigten Vorkehrungen zur Reinigung derselben auf Grund der in obigen Thesen aufgestellten Grundsätze zu geschehen.

V. Es ist wünschenswert, daß eine Kommission eingesetzt wird, welche dafür zu sorgen hat, daß die noch fehlenden wissenschaftlichen Unterlagen für eine endgültige Regelung der Maßnahmen zur Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe beschafft werden.

Aus der Begründung der vorstehenden Normen wird hier nur folgendes Wichtigere mitgeteilt:

... Die Zahl der Infektionskrankheiten, deren Keime, wenn sie in öffentliche Wasserläufe geraten, Epidemien hervorrufen können, ist allem Anschein nach nur eine beschränkte. Mit Sicherheit kann man vorläufig nur Milzbrand, Unterleibstypus und Cholera dahin rechnen. Die Typhusepidemien von Genf und Zürich und die Choleraepidemien in London (später 1892 in Hamburg und 1892/93 in Nietenleben) lieferten den unwiderleglichen Beweis dafür, daß die Verunreinigung eines öffentlichen Wasserlaufs bedeutende und oft explosionsartig auftretende Epidemien veranlassen kann. Durch Milzbrandkeime können der Erfahrung gemäß unter ähnlichen Verhältnissen Epizootien hervorgerufen werden. Unzweifelhaft finden aber auch noch andre Infektionsstoffe, zu denen beispielsweise die Eier und Embryonen von Eingeweidewürmern rechnen, ihren Weg in die öffentlichen Wasserläufe, um von da aus wieder in den menschlichen Körper zu gelangen.

Abgesehen von den Milzbrandkeimen, welche wohl ausschließlich mit den Abgängen aus Abdeckereien, Gerbereien, Fabriken zur Verarbeitung von Tierhaaren u. s. w. dem Wasser zugeführt werden, sind die übrigen Infektionsstoffe in den Abgängen aus dem menschlichen Haushalte enthalten; und zwar können in dieser Hinsicht alle Abgänge Träger von Infektionsstoffen sein.



In erster Linie sind natürlich die Fäkalien als Infektionsträger zu fürchten; aber nicht weniger bedenklich müssen auch die übrigen flüssigen Abgänge aus dem Hause erscheinen, in welche mit dem Wasser, das zur Reinigung des Körpers, der Wäsche, der Krankenräume u. s. w. gedient hat, unter allen Umständen Infektionsstoffe, wenn solche überhaupt in dem betreffenden Hause vorhanden sind, gelangen müssen.

Hiernach würde es also, so weit es sich um Beseitigung der Infektionsgefahr handelt, nicht richtig sein, gegen die durch das Einleiten von Fäkalien hervorgerufene Verunreinigung **allein** vorzugehen und das Hausschmutzwasser als ungefährlich zu behandeln.

Da die Umgebung der Wohnung mehr oder weniger der Ablagerung von Infektionsstoffen durch Fäkalien, sowie durch feste und flüssige Abgänge des Haushaltes ausgesetzt ist, und das mit Höfen und Straßen in Berührung kommende Wasser von dort aus schädliche Stoffe den öffentlichen Wasserläufen zuschwemmen kann, so sind auch diese Schmutzwässer immer noch als infektionsverdächtig anzusehen und als solche zu behandeln.

Mit zunehmender Verdünnung derartiger unreiner Zuflüsse nimmt die Infektionsgefahr zwar ab, schwindet aber nie ganz, da noch ein einzelner Keim infizieren kann. Daher läßt sich auch in Bezug auf Infektionsstoffe nicht — wie bei toxisch wirkenden Verunreinigungen, die zur schädlichen Wirkung einer bestimmten Konzentration bedürfen — eine bestimmte Grenze für den der Abhilfe bedürftigen Grad der Verunreinigung angeben.

Infektionsstoffe sollen unter allen Umständen auch in den allergeringsten Mengen von den öffentlichen Wasserläufen ferngehalten werden.

(Wegen Litteraturangaben über Flußverunreinigung vergl. am Ende des Kapitels 2.)

## 2. Kapitel.

### Selbstreinigung der Flüsse.

§ 55. Flußverunreinigung kann, wie Bodenverunreinigung, dauernd oder vorübergehend sein. Dauernder Verunreinigungszustand setzt dauernde Zuführung von Schmutzstoffen voraus, weil Wasser die Fähigkeit besitzt, zugeführte Fremdstoffe, sei es aufzulösen, sei es in andre Verbindungen überzuführen; daneben findet Sedimentierung statt. Diese Wirksamkeit eines Flusses wird als Selbstreinigung bezeichnet; sie ist bei verschiedenen Flüssen in sehr verschiedenem Grade vorhanden.

Insofern als die Thätigkeit des Flusses in der bloßen Sedimentierung von Fremdstoffen besteht, kann sie nicht, oder doch nicht immer, oder nicht ganz als Reinigung im engeren Sinne gelten. Denn Sedimentation bedeutet nur eine Ortsveränderung, bei der die Fremdstoffe im Wasser bleiben und gelegentlich sich auch wieder mit demselben mischen können. Ausnahmen finden bei Gewässern von besonderer Tiefe oder von großer Geschwindigkeit, oder mit besonderer Form des Bettes statt. Hier können die durch Sedimentierung ausgeschiedenen Stoffe dauernd an den Ablagerungsstellen verbleiben, durch Umbildungen verändert, auch vermöge Aufzehrung durch das Pflanzen- und Tierleben des Gewässers verschwinden. Bei großer Flußgeschwindigkeit werden die spezifisch leichteren Schwebestoffe große Strecken weit mitgeführt, bis sie zu Stellen mit minderer Flußgeschwindigkeit gelangen, wo