

Brix in seinem Werke „Die Kanalisation von Wiesbaden“ von der Kläranlage und dem Betriebe gegeben hat. Derselbe sagt, daß die in Rede stehende Luftzuführung nicht allein den Zweck habe, die Kalkmilch mit dem Schmutzwasser zu mischen, sondern es solle dem Schmutzwasser dadurch auch eine reichliche Menge von Sauerstoff zugeführt und dadurch auf eine bessere Oxydation der gelösten organischen Stoffe hingewirkt werden. Wieviel Luft durch das Wasser hindurchgetrieben wird, war nicht angegeben. Nach der beabsichtigten Wirkung der Luft mußte man aber schließen, daß es bedeutende Mengen seien, und dann mußte natürlich die Frage entstehen, ob nicht dadurch die desinfizierende Wirkung des Kalks beeinträchtigt werde.

Da nun aber, wie aus dem Bericht des Direktors des Gas- und Wasserwerkes hervorgeht, das durchgeblasene Luftquantum in Wirklichkeit nur ein verhältnismäßig geringes ist, wovon ich mich bei einer nach Erstattung meines früheren Berichtes stattgehabten Besichtigung der Kläranlage auch selbst überzeugt habe, so stehe ich nicht an, meine damals geäußerten Bedenken gegen die Lüftungsvorrichtung fallen zu lassen.

In den Verhandlungen der Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen am 24. Oktober 1888 über **Flußverunreinigung** erstattete Koch das I. Referat¹⁾.

Die Verunreinigungen der öffentlichen Wasserläufe haben infolge der Zunahme solcher Gewerbebetriebe, welche flüssige Abgänge zu beseitigen haben, und nachdem alle mit Wasserleitung versehenen Städte in die Notwendigkeit versetzt sind, die gebrauchten und mit Unratstoffen beladenen Wassermengen wieder abzuführen, an vielen Orten einen so hohen Grad erreicht, daß eine Abhilfe dringend geboten ist. Die Mißstände, welche sich auf diese Weise entwickelt haben, bestehen zum Teil darin, daß das verunreinigte Wasser die Gesundheit direkt zu beschädigen imstande ist, zum Teil darin, daß die Anwohner durch die Ausdünstungen des Wassers belästigt werden, oder daß die naturgemäße Benutzung des Wassers für den Trink- und Hausgebrauch, auch ohne daß das Wasser geradezu schädliche Eigenschaften angenommen hat, beeinträchtigt wird. Unzertrennbar mit diesen vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege allein in Betracht kommenden Folgen sind diejenigen verbunden, welche durch die Verunreinigung des Wassers in bezug auf seine Verwendung für Fischzucht, sowie für die Zwecke der Landwirtschaft, der Industrie und der Schifffahrt bedingt sind.

Die hier in Betracht kommenden Verunreinigungen sind folgende:

1. Verunreinigung durch Infektionsstoffe.

Die Zahl der Infektionskrankheiten, deren Keime, wenn sie in öffentliche Wasserläufe geraten, zum Ausbruch von Epidemien Veranlassung geben können, ist allem Anschein nach nur eine beschränkte. Mit Sicherheit kann man vorläufig nur Milzbrand, Abdominaltyphus und Cholera dahin rechnen. In bezug auf diese letzteren beiden Krankheiten sei an die Typhusepidemien von Genf und Zürich und an das Verhalten der Choleraepidemien in London erinnert, welche den unwiderleglichen Beweis dafür liefern, daß die Verunreinigung eines öffentlichen Wasserlaufes in der Tat bedeutende und in diesem Falle gewöhnlich explosionsartig auftretende Epidemien veranlassen kann. Durch Milzbrandkeime können, wie die Erfahrung ebenfalls gelehrt hat, unter ähnlichen Verhältnissen Epizootien hervorgerufen werden. Unzweifelhaft finden aber auch noch andere Infektionsstoffe, zu denen beispielsweise die Eier und Embryonen von Eingeweide-

¹⁾ Korreferent war Dr. Lissauer (Danzig).

würmern zu rechnen sind, ihren Weg in die öffentlichen Wasserläufe, um von da aus wieder in den menschlichen Körper zu gelangen. Abgesehen von den Milzbrandkeimen, welche wohl ausschließlich durch die Abgänge aus Abdeckereien, Gerbereien, Fabriken zur Verarbeitung von Tierhaaren usw. dem Wasser zugeführt werden, sind die übrigen Infektionsstoffe in den Abgängen aus dem menschlichen Haushalte enthalten, und zwar können in dieser Beziehung alle Abgänge als Träger von Infektionsstoffen funktionieren. In erster Linie sind natürlich die Fäkalien, mit denen die Ausleerungen der Typhus- usw. Kranken gemischt sind, als Infektionsträger zu fürchten; aber nicht weniger bedenklich müssen auch die übrigen flüssigen Abgänge aus dem Hause erscheinen, in welche mit dem Wasser, welches zur Reinigung des Körpers, der Wäsche, der Krankenzimmer usw. gedient hat, unter allen Umständen Infektionsstoffe, wenn überhaupt in dem betreffenden Hause solche 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 bedingte Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe allein vorzugehen und das Hausschmutzwasser als ungefährlich zu behandeln.

Da die Umgebung der menschlichen Wohnung mehr oder weniger der Ablagerung von Infektionsstoffen durch Fäkalien sowie durch feste und flüssige Abgänge des Haushalts ausgesetzt ist und das mit Höfen und Straßen in Berührung kommende Wasser von dort schädliche Stoffe in die öffentlichen Wasserläufe schwemmen 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, aber ganz schwindet sie nie, da noch ein einzelner Keim infizieren kann. Daher läßt sich auch in bezug auf Infektionsstoffe nicht, wie bei toxisch wirkenden Verunreinigungen, welche für ihre schädliche Wirkung einer bestimmten Konzentration bedürfen, eine bestimmte Grenze für den der Abhilfe bedürftigen Grad der Verunreinigung angeben. Infektionsstoffe sollten also unter allen Umständen, auch in den allergeringsten Mengen, von den öffentlichen Wasserläufen ferngehalten werden. In der Praxis wird sich diese Forderung indessen nicht vollständig durchführen lassen, es sei denn, daß ganz neue Einrichtungen für die Ableitung der flüssigen Abgänge aus den Städten getroffen würden. Die jetzt bestehenden Einrichtungen sind sämtlich darauf berechnet, daß die Abzugskanäle das Regenwasser nur teilweise abführen und daß, wenn die Regenmenge über die Leistungsfähigkeit des Kanalsystems hinausgeht, Notauslässe in Funktion treten, welche sowohl das überschüssige Regenwasser als die dann noch in die Kanäle gelangenden Fäkalien und Hausschmutzwässer direkt in den nächsten öffentlichen Wasserlauf fließen lassen. Bei dieser Gelegenheit können selbstverständlich auch Infektionsstoffe in die Wasserläufe gespült werden; doch tritt dies nicht eher ein, als nachdem das Regenwasser die Kanäle ausgespült und den Inhalt derselben entsprechend verdünnt hat. Die Schmutzwässer gelangen außerdem in einen Wasserlauf, der zurzeit wasserreicher ist, eine stärkere Strömung besitzt als gewöhnlich und deswegen etwa mitgeführte gefährliche Stoffe schnell aus dem Bereich der Stadt entfernt. Immerhin ist die Benutzung der Notauslässe imstande, recht bedenkliche Stoffe in die öffentlichen Wasserläufe zu führen. Sie sind aber nun einmal nicht zu entbehren, und es bleibt nur übrig, ihre Tätigkeit auf das allernotwendigste Maß zu beschränken.

2. Verunreinigung durch Gifte.

Zuverlässige Beobachtungen über Gesundheitsbeschädigung durch Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe mit toxisch wirkenden Stoffen liegen bislang nicht vor. Die Möglichkeit, daß solche einmal vorkommen könnten, läßt sich jedoch nicht leugnen.

Allerdings könnte auch dann nur an mineralische Gifte gedacht werden, da Gifte organischer Natur wohl niemals in solchen Mengen in die öffentlichen Wasserläufe gelangen, daß sie noch schädlich wirken. Von den mineralischen Giften kommen vorläufig nur Arsenik und Blei in Frage, welche gelegentlich in Wasserläufen angetroffen sind, nachdem ihnen die Abwässer von Anilinfabriken, chemischen Fabriken, Aufbereitungsanstalten zugeflossen waren. In sehr geringen Mengen bleibt Arsenik selbst im Trinkwasser ohne schädliche Wirkung, wie der Arsenikgehalt des Leitungswassers der Stadt Leipzig beweist. Auch das Blei wird häufig im Leitungswasser, welches Bleiröhren passiert hat, gefunden und hat trotzdem nur in einzelnen Fällen zu Vergiftungen Veranlassung gegeben. Wie weit die Verunreinigung mit diesen Stoffen gehen kann, ehe sie gesundheitsschädlich werden, läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit angeben. Für Blei hat man angenommen, daß die Gesundheitsschädlichkeit bei einem Gehalt von 0,357 mg im Liter (bis 0,7 mg) beginnt. In bezug auf Arsenik bestimmt das englische Gesetz von 1886, daß Abwässer, welche mehr als 0,5 mg Arsen im Liter enthalten, nicht in die Flüsse geleitet werden dürfen. Dabei ist aber keine Rücksicht auf die Verdünnung durch die Wassermenge des Flusses genommen, und es fehlt also an einer festen Grenze für den noch zulässigen Arsenikgehalt des Flußwassers, sofern es für den Haushalt Verwendung finden soll.

3. Verunreinigung durch fäulnisfähige Stoffe.

Wenn man unter Fäulnis die Zersetzung organischer Stoffe unter Mitwirkung von Mikroorganismen versteht, dann findet dieser Vorgang bis zu einem gewissen Grade in jedem, auch im reinsten Trinkwasser statt, da wohl kaum ein Wasser zu finden ist, welches nicht so viel organische Substanz enthält, daß dieselbe zur Ernährung der aus der Luft oder auf irgendeine andere Weise hineingeratenen Mikroorganismen ausreicht. Dieser Grad von Zersetzung organischer Substanzen hat aber weder gesundheitsschädliche noch sonst unangenehme Folgen. Erst wenn der Gehalt an organischer Substanz eine gewisse, bis jetzt noch nicht zahlenmäßig fixierte Menge erreicht, und namentlich wenn stickstoffhaltige Substanzen in dem Wasser reichlich enthalten sind, dann nimmt die Vegetation der Mikroorganismen so zu, daß ein bis dahin klares Wasser trübe wird, schlammartige Ablagerungen bildet, und daß sich gleichzeitig stinkende Fäulnisgase aus dem Wasser entwickeln, welche sich auf mehr oder weniger große Entfernung hin in unangenehmster Weise bemerklich machen. Ob diese flüchtigen Fäulnisprodukte imstande sind, Krankheiten zu erzeugen, ist bis jetzt nicht erwiesen; es ist auch nicht wahrscheinlich, da sonst bei dem außerordentlich häufigen Vorkommen derselben schon längst eine derartige krankmachende Wirkung, namentlich bei solchen Menschen, welche sich denselben dauernd aussetzen müssen, sich unzweifelhaft hätte erkennen lassen müssen. Auf jeden Fall können sie aber direkt der Gesundheit nachteilig werden, insofern sie den Aufenthalt in der freien Luft beeinträchtigen und bei nur einigermaßen empfindlichen Personen Mißbehagen und Ekel erregen. Die Verunreinigung mit fäulnisfähigen Stoffen ist demnach als eine solche anzusehen, welche erhebliche Belästigung, unter Umständen auch eine indirekte Schädigung der Gesundheit zur Folge haben kann.

Fäulnisfähige Stoffe werden den öffentlichen Wasserläufen durch die verschiedenartigsten Abgänge zugeführt, und zwar finden sie sich darin sowohl ungelöst in Form von suspendierten Teilchen als auch gelöst. Eine große Zahl von Gewerbebetrieben liefern derartige Abgänge, z. B. Gerbereien, Leimsiedereien, Zuckerfabriken, Brauereien, Wollfabriken, Papierfabriken usw. Vielfach sind die Abwässer beim Verlassen der Fabrik noch einigermaßen klar und nicht stinkend, aber nach kurzer Zeit trüben sie sich und gehen in ausgesprochene Fäulnis über. Wegen ihres Gehaltes an fäulnis-

fähigen Stoffen besonders berüchtigt sind aber die städtischen Schmutzwässer. Man hat dies vielfach den darin enthaltenen Fäkalien zugeschrieben und hat angenommen, daß die Schmutzwässer, wenn keine Fäkalien in dieselben eingeleitet würden, weniger fäulnisfähig wären. Diese Annahme ist aber nicht richtig; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß auch bei den besten Einrichtungen zum Fernhalten der Fäkalien von den übrigen Schmutzwässern ein gewisser Teil der Fäkalien in die Kanäle gelangt, und daß der übrig bleibende Teil den Gehalt des städtischen Schmutzwassers an fäulnisfähigen Stoffen um eine so geringe Menge erhöht, daß das Schmutzwasser, ob mit oder ohne Fäkalien, so weit es sich um die Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe handelt, in ganz gleicher Weise zu beurteilen und zu behandeln ist. Die Fäulnisfähigkeit der städtischen Abwässer beruht vielmehr darauf, daß sie sehr reich an suspendierten organischen Stoffen sind. Diese setzen sich in langsam fließenden Wasserläufen als Schlamm ab, welcher für lange Zeit intensive Fäulnisprozesse zu unterhalten imstande ist, wie der Gestank des mit solchem Schlamm in Berührung befindlichen Wassers und die stets aus demselben in Blasen aufsteigenden Fäulnisgase beweisen. In dieser Beziehung steht auch das Straßenschmutzwasser dem Hausschmutzwasser nicht nach und kann somit auch nicht etwa als weniger verunreinigend als dieses angesehen werden.

Von der Verunreinigung durch Infektionsstoffe unterscheidet sich diejenige mit fäulnisfähigen Stoffen in mehreren Punkten. Zunächst ist erstere in jeder Verdünnung, wenn auch in abnehmendem Grade, gefährlich, letztere dagegen hört bei einer gewissen Verdünnung auf ,stinkende, d. h. belästigende Fäulnis hervorzurufen, auch wenn die verunreinigenden Stoffe zu den am leichtesten zersetzlichen und in genügender Konzentration den abscheulichsten Gestank produzierenden Stoffen gehören. Ferner ist das Zustandekommen der stinkenden Fäulnis zum großen Teil von der Ablagerung zersetzungsfähiger Schlammmassen abhängig, welche wiederum durch die Strömungsgeschwindigkeit des betreffenden Wasserlaufes bedingt ist. Außerdem erreicht die Fäulnis ein Ende, wenn die fäulnisfähigen Stoffe vollständig zerlegt sind, was immer nach längerer oder kürzerer Zeit eintreten muß. Ein stinkendes, trübes Wasser klärt sich daher allmählich und verliert den Fäulnisgeruch, eine Erscheinung, welche man als Selbstreinigung der Flüsse bezeichnet hat; dieselbe ist aber eigentlich weiter nichts als ein vollständiger Verbrauch der zersetzungsfähigen Stoffe, also eine Art von Ausfaulen, was auch bei stehenden Gewässern ebenso, nur langsamer zustande kommt. In allen diesen Punkten verhalten sich die lebenden Infektionsstoffe durchaus verschieden von dem toten zersetzungsfähigen Material. Daraus folgt nun aber auch, daß letzteres unbedenklich den öffentlichen Wasserläufen übergeben werden kann, wenn es nur unter solchen Verhältnissen geschieht, daß stinkende Fäulnis mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Leider fehlt es noch an hinreichenden Unterlagen, um von vornherein angeben zu können, welche Menge der einzelnen organischen Substanzen nicht überschritten werden darf und welche Stromgeschwindigkeit der verunreinigte Wasserlauf haben muß, damit keine stinkende Fäulnis eintritt, ferner welche Zeit und Wegelänge erforderlich ist, damit bereits eingetretene Fäulnis in einem Flußlauf durch Ausfaulen resp. Selbstreinigung wieder verschwindet.

Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse noch in bezug auf die suspendierten fäulnisfähigen Verunreinigungen; dieselben geben am meisten Veranlassung zu Mißständen, sie lassen sich aber auch am leichtesten und in vollkommener Weise durch Filtration oder chemische Fällungsmittel aus den Schmutzwässern entfernen. Deswegen ist es wohl auch keine zu weit gehende Forderung, wenn verlangt wird, daß alle den öffentlichen Wasserläufen zugehenden Abwässer von fäulnisfähigen suspendierten Stoffen frei sein müssen.

Über den zulässigen Gehalt an gelösten fäulnisfähigen Stoffen kann nur in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung der geringsten Wassermenge und Stromgeschwindigkeit des betreffenden Wasserlaufs auf experimentellem Wege eine Auskunft erhalten werden.

4. Verunreinigung durch Zuflüsse, welche die Benutzbarkeit des Wassers beträchtlich einschränken,

und zwar:

a) zum Gebrauch als Trink- und Wirtschaftswasser.

Es ist nicht angängig, das für den menschlichen Haushalt bestimmte Wasser, wie es öfters geschehen ist, in Trink- und Wirtschaftswasser zu trennen und an letzteres in bezug auf Reinheit geringere Ansprüche zu stellen. Beide Arten von Wasser lassen sich erfahrungsgemäß im Hause nicht trennen und es muß deshalb alles ins Haus gelangende Wasser den an das Trinkwasser zu stellenden Ansprüchen genügen. So weit die bereits erwähnten Verunreinigungen ausgeschlossen sind, handelt es sich in dieser Beziehung noch darum, daß das Wasser der öffentlichen Wasserläufe nicht in seiner Klarheit, Farblosigkeit, Geschmack, Geruch, Temperatur, Gehalt an gelösten Mineralstoffen (insbesondere Härte) durch irgendwelche Zuflüsse verändert wird. Derartige Veränderungen können veranlaßt werden durch Abwässer von Färbereien, Farbenfabriken, chemischen Fabriken, Sodafabriken, Gasfabriken, durch Paraffin- und Petroleumabgänge, durch heiße Kondensationswässer, durch Chemikalien, welche zur Klärung und Desinfektion von Abwässern gedient haben usw.

Einfache mineralische Trübungen würden noch am wenigsten von Bedeutung sein, weil dieselben durch Filtration des Wassers leicht zu beseitigen sind. Die sonst aufgeführten Verunreinigungen lassen sich auf diese Weise aber nicht entfernen und müssen, wenn ein Wasserlauf Wasser für Haushaltzwecke zu liefern hat, von demselben soweit fern gehalten werden, daß ein wesentlicher Unterschied in der Beschaffenheit des Wassers vor und nach der Einleitung der Abwässer nicht zu bemerken ist.

Es muß aber fraglich erscheinen, ob es durchführbar ist, ohne daß die Industrie schwer beeinträchtigt und ohne daß manchen Städten die Ableitung ihrer Schmutzwässer unmöglich gemacht wird, die öffentlichen Wasserläufe überall in solchem Zustande zu erhalten, daß ihr Wasser für den Hausgebrauch verwendbar bleibt. Eine absolute Notwendigkeit hierfür würde nur dann vorliegen, wenn die an dem betreffenden Wasserlauf liegenden Ortschaften sich auf keine andere Weise, z. B. durch Brunnen, ein brauchbares Wasser verschaffen können. Wie weit man hierin zu gehen hat, wird von den örtlichen Verhältnissen abhängen.

b) für die Zwecke der Industrie, der Landwirtschaft, der Fischzucht und der Schifffahrt.

Wenn ein öffentlicher Wasserlauf so rein gehalten wird, daß sein Wasser für den Hausgebrauch verwendbar bleibt, dann ist dasselbe auch für alle übrigen Zwecke noch nutzbar. Nur wenn das Wasser für den Hausgebrauch nicht rein genug zu erhalten ist, könnte die Frage entstehen, ob nicht wenigstens die Interessen der Landwirtschaft, der Fischzucht usw. gewahrt werden sollen.

Für diesen Fall müßte für die Verwendung des Wassers öffentlicher Wasserläufe in Brauereien, Färbereien, zum Speisen von Dampfkesseln usw. auf den Gehalt an organischen Substanzen resp. an gelösten Mineralstoffen Rücksicht genommen werden; für die Zwecke der Landwirtschaft auf Verunreinigung durch Desinfektionsmittel, durch sauer reagierende Abwässer von Gruben, durch bleihaltige Abgänge von Aufbereitungs-

werken, für die Erhaltung der Fischzucht auf das Fernhalten von mineralischen Giften, Ätzkalk, Schwefelwasserstoff; für die Zwecke der Schifffahrt käme nur die Verhütung von hindernden Schlammablagerungen in Betracht.

Da es hierbei stets auf ein Abwägen der gegenseitigen Interessen hinauskommt und nur Vermögensobjekte, aber nicht die Gesundheit in Frage steht, so lassen sich für diese Verhältnisse keine allgemeinen Grundsätze über den Grad der Verunreinigung aufstellen. Die Entscheidung muß in jedem einzelnen Falle den Umständen entsprechend getroffen werden.

Um die Übelstände, welche die Einleitung von Schmutzwässern in die öffentlichen Wasserläufe herbeiführt, möglichst zu vermeiden, sind in England, wo man zuerst darunter zu leiden hatte, zahlreiche Verfahren zur Reinigung der Schmutzwässer erfunden und mit mehr oder weniger Erfolg angewendet worden, von denen bei uns aber nur zwei wirklich Eingang gefunden haben, nämlich die Reinigung der Schmutzwässer durch chemische Klärverfahren und durch die Berieselung. Es fragt sich, inwieweit dieselben imstande sind, Schmutzwässer so zu reinigen, daß dieselben unbedenklich den öffentlichen Wasserläufen übergeben werden können.

Als Aufgabe der Reinigungsverfahren muß nach den im Vorstehenden aufgestellten Grundsätzen angesehen werden, daß das Schmutzwasser von allen suspendierten Stoffen, namentlich organischer Natur, ebenso wie von etwa vorhandenen Infektionsstoffen vollständig, ferner von gelösten fäulnisfähigen Stoffen so weit zu befreien ist, daß es nach geschehener Verdünnung in dem Wasserlauf, dem es zugeführt wird, nicht in stinkende Fäulnis übergeht.

Die genannten beiden Reinigungsverfahren sind, wenn sie richtig gehandhabt werden, imstande, dieser Forderung Genüge zu leisten. Die Verhältnisse stellen sich für jedes einzelne folgendermaßen:

1. Chemische Klärverfahren.

Nur diejenigen unter den jetzt üblichen Klärmethoden wirken sicher desinfizierend, welche hinreichende Mengen von Ätzkalk verwenden und diesem Desinfektionsmittel auch Zeit genug lassen, um seine desinfizierende Kraft ausüben zu können. Durch eine zweckmäßige Kombination des Kalks mit Fällungsmitteln und Anwendung von Absetzbassins, Klärbrunnen, Filtrationsvorkehrungen kann das Schmutzwasser von allen suspendierten Stoffen befreit, also vollständig geklärt werden. Die gelösten organischen, noch fäulnisfähigen Stoffe werden aber nur teilweise entfernt, und eine nachträgliche Fäulnis des geklärten Wassers kann nur durch eine hinreichende Verdünnung desselben oder durch einen Überschuß des Desinfektionsmittels verhütet werden. Wo weder das eine noch das andere ausführbar ist, läßt sich weiter nichts als die Desinfektion und eine teilweise Verbesserung der von der Fäulnis herrührenden Übelstände durch dieses Verfahren erreichen.

2. Berieselung.

Bei der Filtration durch den Boden werden alle suspendierten Teile, also auch die Infektionsstoffe aus dem Wasser zurückgehalten, es wird dadurch ebenso vollständig geklärt, wie durch das chemische Reinigungsverfahren. Geht die Filtration aber ohne Mitwirkung der Vegetation, also als einfache Bodenfiltration vor sich, wie sie mehrfach in England, vereinzelt auch bei uns zur Reinigung von gewerblichen Abwässern geübt wird, dann werden, ebenso wie beim chemischen Verfahren, die gelösten organischen, noch fäulnisfähigen Stoffe nicht vollständig entfernt. Erst wenn die Vegetation bei der Verarbeitung der organischen Stoffe im Boden reichlich mitwirkt, werden auch die zer-

setzungsfähigen Stoffe soweit verändert, daß sie nicht weiter fäulnisfähig sind, und dies geschieht bei der sogenannten Berieselung. Dieselbe ist also dem chemischen Reinigungsverfahren und der einfachen Bodenfiltration dadurch überlegen, daß sie gerade in der wärmeren Jahreszeit, wo die nicht vollständig gereinigten Abwässer leicht in Fäulnis übergehen könnten, ein Wasser liefert, welches überhaupt nicht mehr fault und unverdünnt auf weite Strecken abgeleitet werden kann. Im Winter kommt auch bei dem Berieselungsverfahren die einfache Bodenfiltration in den sogenannten Staubassins zur Ausführung; wegen der niedrigen Temperatur treten dann aber keine auffallenden Zersetzungserscheinungen in dem filtrierten Wasser ein.

Eine absolute Sicherheit gegen das Verschleppen von Infektionsstoffen bietet weder das Berieselungs- noch das chemische Verfahren, da bei dem einen das Schmutzwasser auf den ausgedehnten Flächen nicht ganz gleichmäßig filtriert wird und bei dem anderen eine gleichmäßige Desinfektion der bedeutenden Flüssigkeitsmengen wohl kaum zu erwarten ist. Aber es ist hier daran zu erinnern, daß für alle zur Reinigung von städtischen Abwässern dienende Verfahren Kanalisation mit Notauslässen Vorbedingung ist, welche letztere gelegentlich Schmutz- und auch Infektionsstoffe in die öffentlichen Wasserläufe fließen lassen. Es sollte deswegen das Wasser, welches für städtische Leitungen aus öffentlichen Wasserläufen entnommen wird, der Sicherheit wegen (auch abgesehen von anderweitigen Möglichkeiten der Verunreinigung mit Infektionsstoffen) niemals unfiltriert verwendet werden.

Da es von der sorgfältigen Handhabung der Reinigungsverfahren abhängt, inwieweit Infektionsstoffe von den öffentlichen Wasserläufen ferngehalten werden, so erscheint es als notwendig, daß derartige Anlagen, ebenso wie dies beispielsweise schon vielfach bei Anlagen zur Wasserfiltration geschieht, auf ihre Leistungen fortlaufend durch bakteriologische Untersuchung der gereinigten Wässer kontrolliert werden.

Dasselbe, was über die Reinigung der städtischen Abwässer gesagt ist, gilt auch von denjenigen gewerblichen Abwässern, welche wegen ihres Gehaltes an fäulnisfähigen Stoffen einer Reinigung bedürfen. Sie können ebensowohl durch chemische Verfahren, wie durch einfache Bodenfiltration oder Berieselung gereinigt werden. Auch Kombinationen des einen mit dem anderen Verfahren können sich zweckmäßig erweisen. Immer wird aber zu verlangen sein, daß das gereinigte Wasser, sowohl wenn es in unverdünntem Zustande in der wärmeren Jahreszeit weitere Strecken zu fließen hat, als auch, wenn es sofort in den Wasserlauf geleitet wird, keine Fäulniserscheinungen veranlaßt.

Über den zulässigen Grad, welchen die einzelnen Arten der Verunreinigung erreichen können, ohne daß erhebliche und eine Abhilfe erfordernde Übelstände eintreten, ist das Notwendige bereits gesagt. Ganz allgemein gültige Kennzeichen dafür, daß dieser Grad überschritten ist, gibt es natürlich nicht; jede einzelne Art der Verunreinigung hat in bezug hierauf ihre besonderen Merkmale, welche sich folgendermaßen verhalten.

1. Die Verunreinigung mit Infektionsstoffen soll womöglich gänzlich ausgeschlossen bleiben. Kommt also irgendwo eine Infektionskrankheit vor, deren Entstehung auf die Verunreinigung eines öffentlichen Wasserlaufes zurückgeführt werden muß, so ist unter allen Umständen Abhilfe erforderlich. Sollte die Infektion mit der Funktion der Notauslässe zusammenhängen, dann müßte zunächst noch festgestellt werden, ob dieselben nicht über das unumgänglich notwendige Maß hinaus benutzt sind.

In der Regel wird man indessen nicht solange warten, bis der Ausbruch einer Infektionskrankheit die stattgehabte Infektion eines öffentlichen Wasserlaufes anzeigt, sondern wird auch dann schon einzuschreiten haben, wenn Abwässer, welche als in-

fektionsverdächtig anzusehen sind, also in erster Linie die gesamten städtischen Schmutzwässer, in nicht desinfiziertem Zustande den öffentlichen Wasserläufen zugeführt werden. Ob die Desinfektion soweit, als es unter den gegebenen Verhältnissen möglich ist, stattgefunden hat, läßt sich durch die bakteriologische Untersuchung der gereinigten Abwässer mit aller Schärfe ermitteln, und es wird deswegen gerade diese Art der Untersuchung ein unentbehrliches Hilfsmittel für die überwachenden Behörden sein, um zu erfahren, wo und wann Abhilfe geboten ist.

2. Für die toxisch wirkenden Verunreinigungen (Arsenik, Blei) sind bestimmte Grenzwerte festzusetzen. Bis dahin könnte nur eine erhebliche Verunreinigung, welche gar keinen Zweifel über ihre Schädlichkeit läßt, oder bereits vorhandene unverkennbare nachteilige Wirkungen auf die Vegetation, Viehwirtschaft, Fischzucht zum Einschreiten Veranlassung geben.

3. Auch für den zulässigen Gehalt an fäulnisfähigen Stoffen fehlt es noch an Grenzwerten, und es bleibt daher vorläufig nichts weiter übrig als die Notwendigkeit der Abhilfe davon abhängig zu machen, ob eine Fäulnis des Wassers mit Bestimmtheit zu erwarten oder bereits eingetreten ist. Zu erwarten ist sie, wenn die Ablagerung nicht unerheblicher Mengen von fäulnisfähigem Schlamm in Wasserläufen mit geringer Stromgeschwindigkeit stattgefunden hat. Eingetreten ist sie, wenn von dem betreffenden Wasserlauf stinkende Exhalationen ausgehen; in zweifelhaften Fällen wird das Aufsteigen von Gasblasen aus dem am Boden abgelagerten Schlamm ein untrügliches Kennzeichen für das Vorhandensein stinkender Fäulnis abgeben. Mit Rücksicht auf die Abhängigkeit der Fäulnisercheinungen von der Temperatur und von der Konzentration der Flüssigkeit ist zu verlangen, daß auch in den heißesten Tagen und bei niedrigstem Wasserstand stinkende Exhalationen und sichtbare Gasentwicklung fehlen.

4. In bezug auf diejenigen Verunreinigungen, welche den Gebrauch des Wassers für den Haushalt, für gewerbliche Zwecke, Landwirtschaft, Fischzucht, Schiffahrt durch färbende, riechende, schmeckende Stoffe, durch Mineralbestandteile, Säuren, Alkalien, Schlamnteile, Temperaturerhöhung beeinträchtigen, müssen ebenfalls Grenzwerte normiert werden, um den zulässigen Grad der Verunreinigung ohne weiteres erkennen zu können. Vorläufig werden auch hier erst die bereits eingetretenen unverkennbaren Mißstände die Berechtigung zum Einschreiten geben.

Inwieweit von geplanten Einrichtungen oder Anlagen eine gemeinschädliche Verunreinigung zu befürchten ist, läßt sich unschwer daraus beurteilen, ob die betreffende Anlage Abgänge liefert, welche eine der bekannten und früher aufgezählten Verunreinigungen enthält, und ob Maßregeln getroffen sind, um die Abgänge vor dem Einleiten in die öffentlichen Wasserläufe in wirksamer Weise zu reinigen.

Von denjenigen Anlagen zur Beseitigung städtischer Schmutzwässer, welche zur Reinigung das Rieselfungsverfahren verwenden, ist unter der Voraussetzung, daß die Rieselanlagen zweckmäßig eingerichtet, der Betrieb derselben sorgfältig gehandhabt und fortlaufend kontrolliert wird, anzunehmen, daß sie zu keinen gemeinschädlichen Verunreinigungen Veranlassung geben werden. Geschieht aber die Reinigung durch chemische Verfahren, dann können die Einrichtungen nur dann als genügende angesehen werden, wenn die Chemikalien so gewählt sind, daß sie die Schmutzwässer sowohl desinfizieren als auch von suspendierten Stoffen vollständig befreien, und wenn das gereinigte Wasser in dem Wasserlauf, in welchen es gelangt, so weit verdünnt wird, daß es auch in der heißen Jahreszeit nicht nachträglich in Fäulnis übergeht. Bestimmte Anhaltspunkte für den erforderlichen Grad der Verdünnung gibt es, wie bereits früher bemerkt wurde, vorläufig noch nicht. Man wird also nur mit Hilfe von besonderen Versuchen annäherungs-

weise in Erfahrung bringen können, ob in einem solchen Falle eine gemeinschädliche Verunreinigung zu erwarten ist. Derartige Versuche würden insbesondere auch zu berücksichtigen haben, ob die Einleitung des gereinigten Wassers in der Mitte des Strombettes geschieht, wo eine schnellere gleichmäßige Verdünnung stattfindet, oder am Ufer, wo erfahrungsgemäß das zufließende Wasser eine mehr oder weniger lange Strecke fließt, ehe es sich mit dem übrigen Wasser vollständig vermischt.

Ob die städtischen Abwässer fäkalienhaltig oder nicht fäkalienhaltig sind, ist für etwa zu erwartende gemeinschädliche Verunreinigungen kaum von Bedeutung, höchstens insofern, als dieselben nach den chemischen Reinigungen um ein Geringes reicher an gelösten fäulnisfähigen Stoffen sind und aus diesem Grunde einer etwas stärkeren Verdünnung bedürfen.

Sehr viel wichtiger als der Fäkaliengehalt der Schmutzwässer ist für die Beurteilung städtischer Kanalisationsanlagen im allgemeinen die Berücksichtigung der Notauslässe, sowohl in bezug auf Zahl und Örtlichkeit als auch namentlich in bezug auf eine zuverlässige Überwachung des Gebrauchs derselben.

Nach denselben Grundsätzen sind auch diejenigen gewerblichen Anlagen zu beurteilen, deren Abwässer fäulnisfähig sind.

Für alle übrigen Anlagen wird eine zuverlässige Beurteilung über zu erwartende gemeinschädliche Verunreinigungen erst dann möglich sein, wenn bestimmte Grenzwerte für die einzelnen Arten der Verunreinigung festgesetzt sind.

Die Bestrebungen zur Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe können nicht eher zu einem befriedigenden Abschluß gebracht werden, als bis die im Vorhergehenden mehrfach erwähnten Lücken in den wissenschaftlichen Unterlagen zur Lösung der dabei sich aufdrängenden Fragen ausgefüllt sind.

Daß dies aus privater Initiative geschehe, ist kaum zu erwarten. Es erscheint daher geradezu als notwendig, daß ähnlich, wie es in England geschehen ist, von Staatswegen eine Kommission eingesetzt wird, deren Aufgaben darin bestehen würden, das überall und fast jederzeit sich bietende, für die Beurteilung dieser Frage nützliche Material zu sammeln, dafür zu sorgen, daß die noch erforderlichen Untersuchungen nach gleichmäßigen Grundsätzen ausgeführt werden, erforderlichenfalls selbst solche Untersuchungen auszuführen, Vorschläge zu machen für die Aufstellung von Grenzwerten, Instruktionen auszuarbeiten zur Kontrolle der Reinigungsanlage, für die zulässige Benutzung der Notauslässe, kurz alles zu tun, was zur Förderung der Angelegenheit dienen kann.

Thesen.

I. Als gemeinschädliche Verunreinigungen öffentlicher Wasserläufe sind zu erachten:

1. Infektionsstoffe, und zwar schon in geringster Menge.

Solche Abwässer, welche Infektionsstoffe enthalten können und deswegen infektiösverdächtig sind, dürfen den öffentlichen Wasserläufen nur in desinfiziertem Zustande zugeführt werden.

Infektionsverdächtig sind alle aus dem menschlichen Haushalte und dessen nächster Umgebung herrührende Schmutzwässer, ohne Unterschied, ob dieselben Fäkalien enthalten oder nicht; also insbesondere Haushaltungs- und Abtrittswässer, Niederschlags- und Reinigungswässer von Höfen, Straßen und Plätzen. (Die unumgänglich notwendige Benutzung der Notauslässe städtischer Kanalisationsanlagen ist auch ohne vorhergehende Desinfektion des Kanalinhalts zu gestatten.)

Infektionsverdächtig sind ferner die Abgänge aus Gewerbebetrieben, welche Felle, Haare, tierische Abfälle verarbeiten.

2. Toxisch wirkende Stoffe, in erster Linie mineralische Gifte (Arsenik, Blei). Die Einleitung sehr geringer Mengen ist zulässig.

Es wird zweckmäßig sein, bestimmte Grenzwerte für den zulässigen Gehalt des Wassers in öffentlichen Wasserläufen an solchen Stoffen festzusetzen.

3. Fäulnisfähige Stoffe, namentlich schlammbildende und stickstoffhaltige.

Die Feststellung von Grenzwerten für den Gehalt 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 der stinkenden Fäulnis, wie Fäulnisgeruch und Entwicklung von Gasblasen auch beim niedrigsten Stand des Wassers und bei höchster Sommer-temperatur fehlen müssen.

Städtische Abwässer jeder Art, auch die Straßenwässer sind fäulnisfähig und demgemäß zu behandeln.

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

Abwässer, welche fäulnisfähige Stoffe enthalten, dürfen nur in völlig geklärtem Zustande den öffentlichen Wasserläufen zugeführt und müssen soweit verdünnt werden, daß eine stinkende Fäulnis später nicht eintreten kann.

4. Diejenigen Stoffe, welche das Wasser zum Gebrauch als Trinkwasser ungeeignet machen.

Es ist wünschenswert, daß Grenzwerte normiert werden für die zulässigen Veränderungen des Wassers, welches als Trinkwasser Verwendung finden soll, in bezug auf Trübung, Farbe, Geschmack, Geruch, Temperatur, Gehalt an Mineralstoffen.

Vorläufig ist daran festzuhalten, daß das Wasser durch Zuflüsse in den genannten Eigenschaften nicht wesentlich geändert werden darf.

In einzelnen zwingenden Fällen kann davon Abstand genommen werden, das Wasser eines öffentlichen Wasserlaufs in einem für Haushaltungszwecke verwendbaren Zustande zu erhalten.

5. Diejenigen Stoffe, welche das Wasser für die Zwecke der Industrie, der Landwirtschaft, der Fischzucht und der Schifffahrt ungeeignet machen.

Es sind dies Stoffe, welche den öffentlichen Wasserlauf verschlammen, welche dem Wasser Mineralstoffe, für Pflanzen und Fische giftige Stoffe, zuführen.

Der zulässige Grad der Verunreinigung durch dieselben hat sich nach dem Überwiegen derjenigen Interessen zu richten, welche im einzelnen Falle als die wichtigeren anzusehen sind.

II. Wirkung der bei uns üblichen Reinigungsverfahren.

1. Städtische Abwässer können durch das Berieselungsverfahren von Infektionsstoffen und fäulnisfähigen Stoffen so weit befreit werden, daß ihre Ableitung in öffentliche Wasserläufe ohne weiteres zulässig ist.

2. Städtische Abwässer können durch geeignete chemische Verfahren (Ätzkalk in Verbindung mit anderen Fällungsmitteln) von Infektionsstoffen und suspendierten Stoffen vollständig, von gelösten fäulnisfähigen Stoffen aber nur teilweise befreit werden. Um nachträgliche Fäulnis zu verhüten, müssen sie nach der Reinigung noch entsprechend verdünnt werden.

3. Gewerbliche Abwässer können in gleicher Weise durch beide Verfahren von fäulnisfähigen Stoffen so weit befreit werden, daß sie unverdünnt (nach Berieselung)

oder unter entsprechender Verdünnung (nach der chemischen Reinigung) in die öffentlichen Wasserläufe abgelassen werden können.

4. Die Reinigungsverfahren müssen fortlaufend in bezug auf ihre ausreichende Wirksamkeit kontrolliert werden.

III. Die Verunreinigung eines Wasserlaufs erfordert Abhilfe, wenn

1. nicht desinfizierte infektionsverdächtige Abgänge demselben zugeführt werden (eine Ausnahme bildet die zulässige Benutzung der Notauslässe) oder wenn unzweifelhafte Infektion durch Benutzung desselben vorgekommen ist;

2. wenn so erhebliche Mengen von Giften, namentlich mineralische darin nachgewiesen werden, daß ein Schaden für Menschen, Haustiere, Fische, Pflanzen zu befürchten ist;

3. wenn erhebliche Ablagerung von fäulnisfähigem Schlamm stattgefunden hat, oder wenn sich bereits unverkennbare Anzeichen der stinkenden Fäulnis (Gestank, Gasblasen), sei es auch nur vorübergehend in der heißen Jahreszeit und bei niedrigstem Wasserstand bemerklich machen;

4. wenn das Wasser, sofern es als Trinkwasser verwendet werden muß, in bezug auf Klarheit, Farbe, Geschmack, Geruch, Temperatur, Gehalt an mineralischen Bestandteilen wesentlich verändert ist;

5. wenn das Wasser für die Zwecke der Landwirtschaft, Industrie, Fischzucht, Schifffahrt ungeeignet geworden ist, sofern nicht andere wichtige Interessen dem entgegenstehen.

IV. Die Beurteilung einer geplanten Anlage in bezug auf 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 den vorhergehenden 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 definitive Regelung der Maßnahmen zur Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe beschafft werden.

An den Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten.

Berlin, den 4. Februar 1889.

Euer Exzellenz beehre ich mich in Erledigung des am 4. Dezember v. J. — Nr. 9628M. — erhaltenen Auftrages und unter Rückgabe des betreffenden Erlasses nebst Anlage über die **Kläranlage der Stadt Essen** ganz gehorsamst zu berichten.

Um zu ermitteln, wieviel Kalk dem Schmutzwasser zugesetzt werden muß, damit es auch in der heißen Jahreszeit einige Tage lang vor Fäulnis bewahrt bleibt, hätte man so verfahren müssen, daß Proben der geklärten Flüssigkeit in flachen, offenen Gefäßen an einem warmen Ort aufgestellt und auf etwaige Zunahme ihres Bakteriengehalts und Auftreten von Fäulnisgeruch geprüft wurden. Dies ist nicht geschehen. Der Chemiker Dr. K. hat das Wasser nur auf seinen Kalkgehalt und auf die nach der Klärung noch vorhandene Zahl von Bakterien geprüft. In bezug auf letztere fand er, daß eine Probe des geklärten Wassers in der Nährgelatine noch 8426 resp. 1260 Bakterienkolonien zur Entwicklung kommen ließ, welche erst nach Ablauf von drei Tagen deutlich zu erkennen waren. Dieses letztere Resultat scheint nun irrtümlich dahin aufgefaßt zu sein, als ob daraus zu entnehmen sei, daß auch das Wasser an und für sich nicht früher