Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 29 (1937)
Heft: 1-2

Artikel: Das Problem der Gewässerverunreinigung und deren Verhütung
Autor: v. Gonzenbach, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-922119

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Auf alle Fälle hat die geschilderte Rechtsauffassung zur Folge gehabt, dass alle im Interesse des Gewässerschutzes von der Verwaltung gemachten Anstrengungen lahmgelegt wurden. Unterdessen verschlimmert sich die Lage zusehends, ohne dass es möglich wäre, den Uebelständen wirksam zu begegnen, es sei denn auf dem Wege der Aufklärung, von der man sich aber nicht immer viel Erfolg versprechen darf. Unter diesen Umständen werden wir, um einer Verallgemeinerung obiger Rechtsauffassung vorzubeugen, in die Verordnung einen besonderen Artikel aufnehmen müssen, der ausdrücklich festlegt, dass die Uebertretungen der Bestimmungen der Spezialverordnung den in Artikel 31, Ziffer 2, des Bundesgesetzes vorgesehenen Strafen unterliegen; das Verunreinigen der Fischgewässer wird übrigens als Tatbestand dort ausdrücklich erwähnt.

Aus dem Gesagten scheint sich die Notwendigkeit einer Revision der Spezialverordnung zu ergeben, und wir hätten nichts dagegen einzuwenden, sie von Grund auf abzuändern. Wie wir bereits ausgeführt haben, sehen wir jedoch nicht ein, wie man sie, von der eben erwähnten formellen Frage abgesehen, neugestalten und gleichzeitig verbessern könnte. Wir betonen aber, dass wir uns gerne eines Bessern belehren lassen, und bitten diejenigen Herren unter Ihnen, die Kritik zu üben oder Vorschläge zu unterbreiten haben, sich an der Diskussion zu beteiligen, die uns erst die nötige Klarheit für die Weiterbehandlung der Frage verschaffen wird.

Das Problem der Gewässerverunreinigung und deren Verhütung

Von Prof. Dr. *W. v. Gonzenbach*, Zürich

Unter Verunreinigung der Gewässer verstehen wir jede Einführung von Abwässern häuslicher, gewerblicher oder industrieller Natur in diese, die ihrer Qualität oder Quantität nach ihren natürlichen Zustand verändern.

Die in den Gebrauchs- oder Abwässern enthaltenen Schmutzstoffe sind darin entweder ungelöst, je nach ihrer spezifischen Schwere und der Grösse der Teilchen schwebend oder durch die Strömung mitgeschleppt enthalten, oder aber grob gelöst (kolloid) oder endlich fein (molekular) gelöst. Die Schmutzstoffe im engeren Sinn des Wortes sind organischer Natur und zersetzlich. Die Zersetzung erfolgt durch Kleinlebewesen (Mikroorganismen), vor allem durch Bakterien, welche die grossen organischen Moleküle abbauen und aus den Bausteinen entweder ihre eigene Leibessubstanz aufbauen oder diese in ihrem Lebensprozess veratmen, d. h. mit Sauerstoff oxydieren (Verbrennung). Dabei werden diese Stoffe zu einfachsten Verbindungen abgebaut bzw. oxydiert. Man spricht von *Mineralisation* der organischen Substanz. Ist genügend Sauerstoff im Wasser vorhanden, so erhalten wir als Endprodukte der Zersetzung CO_2 (Kohlensäure) aus Kohlenstoff, N_2O_3 oder N_2O_5 bez. deren Salzverbindungen als Nitrite und Nitrate aus dem Stickstoff und SO_4 Verbindungen (Sulfate) als Verbrennungsprodukt aus dem Schwefel der organischen Substanz. Ist nicht genügend Sauerstoff im Wasser gelöst zur Verfügung, so ersticken die Lebewesen der Gewässer grösstenteils und gehen zugrunde. Nur wenige davon, die sogenannten anaeroben Bakterien, vermögen ohne freien Sauerstoff zu leben. Sie entnehmen den zu ihrer Atmung nötigen Sauerstoff aus den organischen Molekülen (intramolekulare Atmung). Dabei entstehen Sauerstoff-freie, zum Teil hochgiftige Zwischen- und Endprodukte: Statt Kohlensäure Sumpf- oder Grubengas (CH_4), statt Nitraten Amine Ammoniak (NH_4) oder freier Stickstoff, statt Sulfaten Merkaptane und Schwefelwasserstoff (SH_2). Die Zersetzung unter Abwesenheit von Sauerstoff nennt man *Fäulnis*. Die Giftigen unter den Fäulnisprodukten zeichnen sich durch ihren unangenehmen Geruch, sagen wir offen, durch ihren Gestank aus. Dass wir diese Stoffe mit unserem Geruchssinn schon in geringsten Mengen (millionstel, ja milliardstel Gramm) als unangenehm wahrnehmen, ist als eine äusserst zweckmässige Anpassungserscheinung aufzufassen, werden wir dadurch doch schon sehr früh, längst bevor die Vergiftungsmenge erreicht ist, vor der drohenden Gefahr gewarnt. Auch der optische Eindruck aller Fäulnisvorgänge, Schmutzansammlungen, Aas, gasende Schlammfladen löst Ekelgefühle aus oder verletzt zum mindesten unser ästhetisches Empfinden.

Neben diesen zersetzlichen, organischen Schmutzstoffen enthalten die Abwässer, namentlich die gewerblichen und Industrieabwässer, aber auch vielfach andere Stoffe suspendiert oder gelöst, die störend auf den Vorfluter einwirken können: Farbstoffe, Fasern aus Textilbetrieben, Metallsalze aus Beizereien und Verzinkereien, Sulfitablaugen aus Zellulosefabriken, Gerbstoffe, giftige Kohlenwasserstoffe aus polygraphischen Betrieben, Ammoniak- und Phenolabwässer aus Gasfabriken etc. etc.

Auch durch ihre Reaktion (sauer oder alkalisch) und gelegentlich durch ihre hohe Temperatur können sie sich schädlich auswirken.

Zu den aufgezählten Faktoren der Verunreinigung gesellt sich noch die Infektion der öffentlichen Gewässer durch in den Abwässern enthaltenen Krankheitserreger menschlicher und tierischer Infektionskrankheiten.

Unter *primärer Verunreinigung* verstehen wir die unmittelbaren Auswirkungen der zugeführten Schmutzstoffe. Die *groben Schwimmstoffe,* Papierballen, Speiseabfälle, auch schaumige Seifenlaugen, Farbwässer stören zum mindesten den ästhetischen Eindruck eines so betroffenen Gewässers. Die *suspendierten Stoffe* sinken je nach der Strömungsgeschwindigkeit des Vorfluters mehr oder weniger rasch auf den Grund und bilden dort *Schlammbänke,* die bald wegen der vorwiegend organischen Natur dieser Sinkstoffe in faulende Gärung geraten, wobei die entstehenden Faulgase Schlammfladen in die Höhe steigen lassen, die einen hässlichen Anblick bieten und mit ihren Gerüchen die Umgebung in widerlicher Weise belästigen können. Die feinst verteilten *leichten Schwebestoffe* trüben einen klaren Vorfluter. Sie und die *kolloidal* und *echt gelösten Schmutzstoffe* werden, wie oben kurz angedeutet, von der Eigenflora und Fauna, der sogenannten Biozönose des Vorfluters nach und nach biologisch aufgearbeitet, d. h. die Glieder der Biozönose ernähren sich von ihnen, indem sie ihre eigene Leibessubstanz aus ihnen aufbauen (Inkarnation) und veratmen (Oxydation). Diesen Prozess nennt man die *biologische Selbstreinigung* der Gewässer. Sie ist ein überaus komplexer Vorgang. Am intensivsten sind an dieser Aufarbeitung zunächst die niedersten Lebewesen, die Bakterien beteiligt. Je nach Art und selbstverständlich nach Menge der organischen (verbrennbaren) Schmutzstoffe benötigt die Bakterienwelt grosse Mengen von Sauerstoff *(biochemischer Sauerstoffbedarf).* Genügt die im Vorfluterwasser vorhandene und mit dem Abwasser zugeführte Sauerstoffmenge nicht, so treten an Stelle der aeroben die anaeroben Bakterien, welche die organische Substanz wegen ihres intramolekularen Atmungsprozesses reduzieren (siehe oben), also wiederum Fäulnisprozesse auslösen. Die Produkte dieser Fäulnis bedürfen ihrerseits nicht nur grösserer Mengen von Sauerstoff zu ihrer Oxydation, sie wirken auch direkt giftig auf die aeroben Lebewesen einfacher und höherer Art.

Die *Bakterien,* die sich primär schon im Abwasser befanden, und die sich in der Folge darin und zusammen mit den im Vorfluter vorhandenen Kleinlebewesen dank der reichlichen Ernährung vermehrten, dienen ihrerseits der *Ernährung anderer Lebewesen tierischer Art,* einzelliger tierischer Lebewesen, Protozoen, wie Kolpidien, Paramäcien, Vorticellen, nächst höherer wie Rädertierchen, Kleinkrebschen, Insektenlarven. Diese bilden wiederum die Nahrung für die Fische. Die *gelösten Schmutzstoffe,* bzw. deren mineralisierte Abbauprodukte (aus dem Bakterienleben) werden von den *Wasserpflanzen* der verschiedensten Formen, von einfachsten Pilzen und Algen bis zu den höheren Kryptogamen und Phanerogamen assimilatorisch aufgenommen. Es ist ein Düngungsprozess, eine Ernährungsverbesserung *(Eutrophierung),* wie wir sie von der Landkultur her kennen.

Die verschiedenen Vertreter der Biozönose stellen ganz verschiedene Ansprüche an Art und Konzentration der zugeführten Schmutzstoffe, vor allem aber auch an die Sauerstoffkonzentration in ihrem Milieu. Viele von ihnen vermögen erst wieder in einem Gewässer von geringerem Verschmutzungsgrad und hohem Sauerstoffgehalt zu gedeihen. Dazu gehören beispielsweise die Edelfische.

Alle Lebenstätigkeit bedarf des Sauerstoffes, Pflanzen sowohl wie Tiere. Diese sind reine Sauerstoffkonsumenten. Unter den Pflanzen aber finden wir auch Sauerstoff*produzenten.* Es sind die chlorophyllhaltigen Blattpflanzen und Grünalgen vor allem, die die im Wasser gelöste Kohlensäure aufspalten, deren Kohlenstoff zum Eigenaufbau verwenden und den Sauerstoff freigeben.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass der Sauerstoffgehalt des Wassers der Hauptfaktor für eine oxydative biologische Aufarbeitung der organischen Schmutzstoffe ist, ohne den das wesentlichste und unangenehmste Kennzeichen einer Gewässerverunreinigung, die *Fäulnis* eintreten muss. Am günstigsten gestaltet sich der Prozess der biologischen Selbstreinigung, wenn sich daran auch Sauerstoff produzierende Pflanzen beteiligen können, die den grossen Sauerstoffverbrauch fortwährend ergänzen, während das starke Wachstum niederer Pilze, der typischen sogenannten Abwasserpilze, wie Sphaerotilus und Leptomitus dem Wasser wohl viele gelöste Stoffe zur Inkarnation entzieht, aber auch gleichzeitig Sauerstoff konsumiert und damit die Gefahr der Fäulnis heraufbeschwört, wenn das Gewässer nicht Gelegenheit hat, auf seinem weiteren Verlauf auf rein physikalischem Wege Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen oder sich mit sauerstoffreichem Zuflusswasser zu vermischen.

Betrachten wir den *Sauerstoffhaushalt* eines Gewässers noch etwas näher. Die Sauerstoffaufnahme aus der Luft ins Wasser erfolgt selbstverständlich an der Berührungsfläche der beiden Phasen. Je grösser diese Berührungsfläche ist, von der bei Windstille glatten Oberfläche eines stehenden Gewässers, über deren Kräuselung bei Windwirkung zur stets

bewegten unruhigen Oberfläche eines fliessenden Gewässers bis zum stiebenden Wasserfall, um so grösser ist die Menge des aufgenommenen gelösten Sauerstoffes, wobei natürlich eine mathematische Relation besteht zwischen Sauerstoff aufnehmender Wasseroberfläche und Gesamtvolumen des Wassers. Ebenso besteht eine Beziehung zwischen maximalem Sauerstoffaufnahmevermögen (Sättigung) und Temperatur, d. h. je tiefer die Temperatur, um so grösser das Sättigungsquantum von O_2. Zu dieser physikalischen Wasseraufnahme gesellt sich noch die oben beschriebene Sauerstoffproduktion durch die Wasserpflanzen, die so intensiv sein kann, dass eine weitgehende Uebersättigung des Wassers eintritt und überdies der nicht mehr lösliche Teil des produzierten Sauerstoffes als Gasblase an die Oberfläche steigt, ein Vorgang, den wir jederzeit in stark mit Grünpflanzen bewachsenen Aquarien beobachten können. Bei diesem biologischen Faktor der Sauerstoffaufnahme ins Wasser dürfen wir nicht vergessen, dass diese Form der Sauerstoffproduktion nur unter der Wirkung des Sonnen-, bzw. Tageslichtes erfolgt und dass die Grünalgen nachts ebenso nur reine Sauerstoffkonsumenten sind, wie die tierischen Glieder der Biozönose und die Bakterien und niederen Pilze.

Man wäre versucht, in der Eutrophierung eines Gewässers durch Zufuhr von organischen Abwasserstoffen eine zuverlässige Sicherung gegen Sauerstoffmangel und Fäulnis zu erblicken. Leider aber ist der gesteigerte Bewuchs eines Gewässers mit Sauerstoffproduzenten bzw. mit inkarnierenden Lebewesen überhaupt nicht nur von diesem Ernährungsprozess abhängig. Wir konstatieren auch von den jahreszeitlichen, klimatischen Bedingungen (Temperatur und Belichtung) abhängige Vegetationsperioden. Hören die fördernden Klimafaktoren auf, so sterben bald die einen, bald die andern Glieder der Biozönose ab und stellen nun ihrerseits zersetzungsfähiges Material dar, das sich genau so verhält wie die aus häuslichen und gewerblichen Abwässern herrührenden Schmutzstoffe. Man spricht dann von *sekundärer Verunreinigung.*

Diese sekundäre Verunreinigung ist nichts anderes als eine Störung des sogenannten biologischen Gleichgewichtes in einer Biozönose. Sie ist die Folge einer übertriebenen Eutrophierung und wirkt sich objektiv gleich ungünstig aus wie die primäre Verunreinigung. Subjektiv allerdings macht sie uns einen weniger unangenehmen Eindruck, weil wir beim Sinneneindruck von Schmutz unwillkürlich an dessen Herkunft denken (Appetitlichkeit), und weil uns daher die Schmutzstoffe, die vom Menschen und seiner unmittelbaren Umgebung stammen, abstossender erscheinen als Stoffwechsel- und Abfallprodukte aus den Lebensvorgängen der freien Natur. Das hat seinen Grund wohl darin, weil wir instinktiv fühlen, dass unter Umständen den menschlichen Schmutzstoffen auch Krankheitserreger beigemischt sein können, während diese natürlich den Produkten der sekundären Verunreinigung fehlen, diese also wohl lästig und unangenehm, niemals aber unmittelbar gefährlich sind.

Um eine übermässige Eutrophierung der Vorfluter durch die primären Schmutzstoffe und damit eine sekundäre Verunreinigung zu vermeiden, dürfen wir also ein Gewässer nur in dem Masse belasten, dass von vornherein keine Begünstigung der hässlichen Abwasserpilze (Sphärotilus) eintritt, sondern sofort die nicht zu starke Verunreinigung ertragenden Chlorophyllalgen und -Pflanzen gedeihen und auch diese nur in mässigem Grad, damit das Sauerstoffgleichgewicht in dem Vorfluter auch unter ungünstigen klimatischen Bedingungen gewährleistet bleibt.

Die Belastungsgrösse eines Vorfluters, d. h. also die Menge der Schmutzstoffe, die wir ihm zuführen dürfen, ohne sein biologisches und sein Sauerstoffgleichgewicht zu stören, berechnet sich demgemäss aus seiner biologischen Selbstreinigungskraft unter den ungünstigsten klimatischen Bedingungen, also z. Z. seiner geringsten Wasserführung und dem tiefsten Stand der biologischen Tätigkeit. Die Lebenstätigkeit geht parallel der Temperatur; sie ist im Winter am wenigsten intensiv. Zugleich haben unsere Gewässer in dieser Jahreszeit die geringste Wasserführung. Gleichzeitig ist dabei aber auch die Sättigungsmenge an Sauerstoff am höchsten, ein Umstand, der die klimatisch bedingte Verminderung der biologischen Selbstreinigungskraft bis zu einem gewissen Grade kompensiert.

Daraus dürfte ersichtlich sein, dass der Projektierung jeder Abwasserklärungs- oder besser gesagt Reinigungsanlage eine genaue biologische und chemische Untersuchung des zugehörigen Vorfluters unbedingt vorauszugehen hat, um zu ermessen, wieviel Schmutzstoffe dem Vorfluter ohne Schaden zugeführt werden dürfen, mit anderen Worten, wieviel Schmutzstoffe einem Abwasser entzogen werden müssen. Hand in Hand damit geht natürlich auch eine eingehende Prüfung des Schmutzstoffgehaltes des zu klärenden Abwassers. Für Vorfluter sowohl als für das Abwasser eignet sich am besten die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes, für den Vorfluter, um daraus zu ersehen, wie gross sein Vorrat an Sauerstoff über den Eigenbedarf hinaus ist, für das Abwasser, um zu errechnen, wie viel Sauerstoff seine Schmutzstoffe benötigen,

um ohne Fäulniserscheinungen restlos abgebaut, mineralisiert zu werden.

Bei den Klär- und Reinigungsanlagen von häuslichen und industriellen Abwässern spielen sich neben den rein mechanischen Vorgängen der Siebung, Sedimentierung und eventuell Abfiltrierung der suspendierten Stoffe auch solche biologischer Natur ab, ist doch ein Abwasser, das organische Schmutzstoffe enthält, mit seinen Bakterien ein überaus labiles System, in dem diese Stoffe je nach den darin enthaltenen Sauerstoffmengen oxydativ oder im Sinne der Fäulnis abgebaut werden. Wir sprechen von Frischwasser-Kläranlagen, wenn das Abwasser die Anlage in so kurzer Frist durchfliesst, dass die quantitativ darin immer in kleinerer Zahl vorhandenen und langsamer tätigen anaeroben (Fäulnis-)Bakterien keine Zeit zur Auswirkung finden, bzw. dass der in der Anlage sich absetzende zersetzungsfähige Schlamm dem Kontakt mit dem ihn absetzenden Abwasser möglichst entzogen bleibt.

Der Schlamm selbst bildet eine so konzentrierte Ansammlung organischen Materials, dass der in ihm im frischen Zustande enthaltene Sauerstoff bei weitem nicht zu seiner oxydativen Mineralisation ausreicht, so dass er in Fäulnis übergehen *muss*. Diese Fäulnis ist als anaerober, biologischer Vorgang abhängig von Temperatur und Reaktion (sauer oder alkalisch) und kann durch zweckmässige Regulation optimal gestaltet werden, d. h., dass die Ausfaulung in möglichst kurzer Zeit beendigt ist, und dass zugleich dabei die Endprodukte, also Faulgas (Methan) und Restschlamm quantitativ (Gas) und qualitativ (ausgefaulter Schlamm von geringstem Wasserbindungsvermögen und demgemäss geringstem Volumen) optimal anfallen.

Da bei einer rein *mechanischen Absetz- und Kläranlage* auch bei bester Dimensionierung und Arbeitsleistung nur ein Teil, nämlich die ungelösten Stoffe und auch von diesen nur die überhaupt absetzbaren dem Abwasser entzogen werden, bleiben in diesem die feinsten Schwebeteilchen, sowie die kolloidal und echt gelösten zersetzlichen Stoffe zurück und müssen gegebenenfalls zum Schutze eines kleinen Vorfluters mit geringem biologischem Selbstreinigungsvermögen ebenfalls entfernt werden. Das kann nun mittels *biologischer Verfahren* geschehen, als welche wir die Tropfkörper, das Belebtschlammverfahren und die Reinigung in Fischteichen als Beispiele erwähnen, neben den Verfahren der *Verarbeitung auf Land* als unmittelbare landwirtschaftliche Verwertung in Form der *Verrieselung* und der *Verregnung*. Es ist wiederm Aufgabe biologischer Forschung, zu prüfen, wie diese verschiedenen Verfahren unter den wechselnden Bedingungen (Verschiedenheit der Abwässer nach Quantität und Qualität, Oertlichkeit, Klima etc.) arbeiten oder sich kombinieren lassen; ebenso wird eine dauernde biologische Kontrolle bestehender Anlagen nötig sein.

Haben wir es bei der Reinigung häuslicher Abwässer prinzipiell mit den gleichen Vorgängen zu tun, die nur je nach den quantitativen Relationen der Konzentration des Abwassers und seinem Verhältnis zum Vorfluter und dessen primären Reinheitsgrad und vor allem seiner Fliessgeschwindigkeit (Stagnation, See) variieren, so treten bei der Behandlung *industrieller Abwässer* zu den bisher besprochenen ganz neue Probleme hinzu. Reinigungsanlagen für Betriebe mit stark gär- oder fäulnisfähigem Abwasser, Schlachthäuser, Mostereien, Zuckerfabriken, lehnen sich gewissermassen noch an die Systeme der Anlagen für häusliche Wässer an, Gerbereien, Fettfabriken, Kunstseide, Färbereien stellen ganz neue Aufgaben. Hier kommen Fällungsverfahren oder dgl. in Betracht. Bei chemischen Betrieben und Gasfabriken steht wiederum die Giftigkeit von ins Abwasser geratenden Abfallprodukten im Vordergrund. Kurz, die Behandlung industrieller und gewerblicher Abwässer erfordert sozusagen von Fall zu Fall besondere Untersuchungen und die Ausarbeitung besonderer Reinigungsverfahren.

Wer kommt als Interessent und eventuell wer als Gegeninteressent an der Reinhaltung unserer öffentlichen Gewässer in Frage?

An erster Stelle meldet sich selbstverständlich die *Hygiene* zum Worte, die für den Schutz der menschlichen Gesundheit einzutreten hat. Sie weist zunächst auf die Gefahr der Infektion mit Krankheitsbakterien hin, die sich aufdrängt, wenn ein öffentliches Gewässer der Trinkwasserversorgung dient (Oberflächenwasserversorgung aus Seen (Beispiel Zürichsee). Diese Gefahr ist allerdings, angesichts der ungeheuren Verdünnung der Abwässer in den in Betracht kommenden sehr grossen natürlichen Wasserreservoiren minimal und kann durch richtige Wahl der Entnahmestellen und durch Filtration, vielleicht auch Desinfektion (Chlorung) des Wassers gebannt werden. Die Gefährdung Badender in einem verunreinigten Gewässer ist äussert gering, wenigstens in unseren Breiten (im Gegensatz zu den Tropen). Typhus- und dergleichen Infektionen von Badenden in unbestritten abwasserverunreinigten Flüssen sind mir aus der Literatur nicht bekannt. Immerhin wird es sich in Epidemiezeiten empfehlen, das die Kläranlagen verlassende Wasser mit Chlor zu desinfizieren. Eine starke Eutrophierung eines öffentlichen Badegewässers führt gelegentlich zur Wucherung von Wasserschlingpflanzen (Potamogeton),

welche die Schwimmenden gefährden. Sie hat aber immer auch sekundäre Verunreinigung, Pilztreiben und Bildung gasender Schlammfladen aus sedimentierten, abgestorbenen Organismenleichen zur Folge, was die Benützung solcher Gewässer zu Badezwecken verunmöglichen kann (Beispiele Wohlensee unterhalb Bern und besonders Stausee Wettingen). Die Hygiene hat aber ein primäres Interesse an dem namentlich in den letzten Jahren aufgekommenen Freibadebetrieb. Endlich kann auch das Trinkwasser, wenn es als Infiltrationswasser neben Flussläufen oder Stauseen gewonnen wird, in seiner Qualität beeinträchtigt werden, weil die zahlreichen Organismen eines eutrophierten Gewässers gelegentlich dessen letzten Rest gelösten Sauerstoffes aufzehren und so viel Kohlensäure entwickeln, dass das Wasser aggressive Eigenschaften annimmt und aus dem Filtergrund Eisen löst. Sauerstoffmangel aber sowohl wie Eisengehalt disponiert das gewonnene Grundwasser zur Wucherung eindringender Eisenbakterien oder anderer Organismen, so dass es zwar nicht gesundheitschädlich, aber wegen der auftretenden Fetzen und Flocken unappetitlich wird.

Nach der Hygiene meldet sich die *Fischerei*, deren Ertrag in dem Masse zurückgeht, als durch die Verunreinigung die Lebensbedingungen der Fische verschlechtert werden, ganz abgesehen davon, dass durch Einlaufen giftiger gewerblicher Abwässer immer häufiger ausgedehnte Fischsterben ausgelöst werden.

Als dritter Interessent ist die *Landwirtschaft* zu erwähnen. Dass verunreinigte öffentliche Gewässer nicht mehr der Viehtränke dienen können, ist das geringste Uebel. Viel mehr kommt der wirtschaftliche Schaden in Betracht, der darin besteht, dass durch das bedenkenlose Einleiten der häuslichen Abwässer mit ihren für die Pflanzenkultur nützlichen Düngstoffen ungeheure Werte jahraus, jahrein unwiederbringlich fortfliessen, während unsere Landwirtschaft mit grossen Kosten künstlichen Dünger aus dem Ausland importieren muss. Es ist deshalb schon von diesem Gesichtspunkt aus, ganz abgesehen vom Problem der Reinhaltung der Gewässer, einer möglichst weitgehenden Zurückhaltung des Schlammes und den landwirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten der häuslichen Abwässer grösste Aufmerksamkeit zu schenken.

Wir sprachen oben von den aggressiven Eigenschaften, welche eine Eutrophierung im Wasser zu erzeugen vermag. Durch aggressive Kohlensäure werden aber Kunstbauten aus Eisen (Leitungsrohre, Wasserversorgung aus dem See in Zürich) wie aus Beton korrodiert, weshalb auch die *Wasserwirtschaft* (Staumauern, Brücken, aber auch Wasserkraftmaschinen) das Reinhaltungsproblem im Auge behalten muss.

Endlich wollen wir nicht vergessen, auf den ästhetisch äusserst unerfreulichen Eindruck hinzuweisen, den ein schmutzig trübes oder gar tintig verfärbtes, gelegentlich auch übelriechendes Gewässer, auf dem Abfälle aller Art, Seifenschaum, gasende Schlammfladen dahintreiben, macht. Gewässerschutz ist ein wichtiger Teil *Heimat- und Landschaftsschutz* und Verteidigung ideellen Gutes, das nicht in materiellen Werten ausgedrückt werden kann, darum aber nicht minder lebenswichtig, ja lebensnotwendig ist.

Als *Gegeninteressent* kommen die industriellen und gewerblichen Betriebe in Betracht, die sich in ihrer wirtschaftlichen Existenz durch die Auflage der Erstellung zweckentsprechender Abwasserreinigungsanlagen beeinträchtigt, ja bedroht fühlen. Es ist unvermeidlich, dass in manchen Fällen das Interesse an der Reinhaltung der Gewässer mit dem Existenzinteresse der in einem Betriebe beschäftigten Arbeiterschaft in Kollision kommt. Man wird aber in solchen Fällen die Argumente des betreffenden Betriebes besonders kritisch auf ihre objektive Berechtigung zu prüfen haben, bevor man sich auf Konzessionen einlässt. Aber auch Gemeinden, die vor den Kosten der Erstellung einer Abwasserreinigungsanlage zurückscheuen, sind eindrücklich auf ihre Verpflichtung gegenüber dem weiteren öffentlichen Interesse (Nachbargemeinden), aber auch auf den Vorteil, der ihnen aus einer Anlage doch auch wieder erwächst (landwirtschaftliche Nutzung), aufmerksam zu machen. Die Heranziehung der an der E. T. H. neugeschaffenen *Beratungsstelle* wird Gemeinden und Industriellen eine rationelle Projektierung von Reinigungsanlagen ermöglichen; denn so schädlich gar keine oder eine ungenügende Reinigung der Abwässer für die öffentlichen Gewässer ist, so unwirtschaftlich wäre es auch, die Abwässer weiter zu reinigen, als dem natürlichen biologischen Selbstreinigungsvermögen der Vorfluter entspricht. Dieses Vermögen zu prüfen aber ist die unerlässliche Basis für jedes Klärprojekt, wie auch die möglichst genaue Erfassung der Quantität und Qualität des anfallenden Abwassers. Solche Untersuchungen bilden die zentrale Aufgabe der *biologischen Abteilung* der erwähnten Beratungsstelle, die sich damit den bauwilligen Gemeinden wie den projektierenden Ingenieuren zur Verfügung stellt.

Wir haben gesehen, dass die bedrohlich angewachsene Verunreinigung unserer Gewässer die verschiedensten Interessenten auf den Plan gerufen hat,

um dem Uebelstand abzuhelfen. Die Erstellung von Reinigungsanlagen bildet überdies ein wertvolles Objekt der *Arbeitsbeschaffung* und verdient schon aus diesem Grunde vermehrte Aufmerksamkeit unserer kommunalen und kantonalen Behörden, deren Blick in dieser Beziehung allzusehr einseitig auf Strassenbau und Verkehrsinteressen gerichtet war. Wenn die Interessenten an dieser Aufgabe weiterhin harmonisch zusammenarbeiten, wird und muss auch der Wille zur Besserung des heutigen Zustandes erstarken, und wo ein Wille ist, da ist auch ein Weg.

Die Beurteilung eines Gewässers auf Grund biologischer Untersuchungsmethoden

von Prof. Dr. *W. Fehlmann*, Schaffhausen.

Biologische Untersuchungsmethoden sind, wie der Name es besagt, Methoden der *Ueberprüfung eines Wassers auf Grund alles dessen, was in ihm lebt* («Bios» heisst Leben). Es umfasst also diese biologische Prüfung nicht etwa irgendeinen kleinen Ausschnitt z. B. nur die Bakterien, oder etwa nur die Krebstiere, oder die Fische eines Gewässers, sondern die Gesamtheit aller das betreffende Gebiet besiedelnden Lebewesen.

Im Grunde genommen ist eine solche Beurteilung eines Wassers schon uralt, und der Mensch nutzt ihre wertvollen Leistungen wohl schon seitdem er überhaupt die Erde bewohnt, weil diese Art der Gewässerbeurteilung ihm instinktiv eigen ist. Selbst ein Kind wird sich kaum je veranlasst fühlen, aus einer braunen schlammigen Pfütze zu trinken, wogegen sogar der heikelste Erwachsene auf einer Bergtour an der ihn lockenden kristallklaren Quelle seinen Durst stillt. Beide treiben nichts anderes, als Beurteilung des Wassers auf Grund biologischer Tatsachen. Ein von Lebewesen durchsetztes und daher gefärbtes oder undurchsichtiges Wasser erscheint uns unappetitlich im Gegensatz zum organismenfreien, von uns als rein erkannten Trinkwasser.

Dieser angeborene Instinkt lässt sich, wie jede geistige Fähigkeit des Menschen, bewusst ausbauen und schulen. Das Urteil wird durch Erfahrung, durch die Aneinanderreihung und Vergleichung von einschlägigen Beobachtungen erweitert und verschärft. Von der blossen Nutzung des Wassers zu Trinkzwecken schreiten wir, je nach unserer Beschäftigung und unserer Interessenrichtung, weiter zur Uebertragung dieser biologischen Prüfung auf Gebrauchswasser, auf Fischwasser und schliesslich sogar auf die Beurteilung von künstlich durch den Menschen beeinflussten Wasserqualitäten, von Abwasser. Der mit der Fischerei Vertraute schult sein Urteilsvermögen derart, dass er kaum je im Zweifel ist, wenn er an ein Gewässer herantritt, welche Fisch*arten* er darin erwarten darf, oder mit was für einem Fisch*einsatz* er am betr. Gewässer einen wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen vermag. Es geht diese Schulung so weit, dass der Fachmann an Hand der Tiere und Pflanzen des Wassers abzuschätzen vermag, wie gross der Gewichts- und Geldertrag eines solchen Gewässers bei fischereilicher Bewirtschaftung sich gestalten wird und dies sogar an einem Wasser, in dem unter Umständen überhaupt noch nie ein Speisefisch herumgeschwommen ist. Wir bezeichnen bekanntlich derartige Schätzungen mit dem Ausdruck *Bonitierung*. — Gerade in neuerer Zeit, wo in Gestalt von Fischvergiftungen durch Eingriffe Dritter der Fischereiberechtigte leider gar häufig geschädigt, und wo vor Gericht die Grösse der Entschädigungsforderung umstritten wird, spielt diese Bonitierung durch den unparteiischen Gerichtsexperten zur Feststellung der Schadenhöhe eine hervorragende Rolle. Dasselbe gilt natürlich auch bei Handänderungen von Fischgewässern, bei Ablösung von Fischereirechten, z. B. durch Kraftwerkunternehmungen, oder bei der Berechnung hypothekarischer Belastungsmöglichkeiten von grundbuchamtlich eingetragenen Eigen-Fischenzen.

Die Grundlagen, welche die Möglichkeiten für eine solche biologische Beurteilung schaffen, sind in den verschiedenartigen Lebensansprüchen der einzelnen Glieder der Tier- und Pflanzenwelt des Wassers zu finden. Es sind dies auch jedem Laien teilweise wohlbekannte Tatsachen. So wird jeder einigermassen gebildete und mit der Natur vertraute Mensch keinen Moment darüber im Zweifel sein, welche Wasserqualitäten z. B. die Forelle für ihr Leben benötigt, sondern es wird jeder auf Befragen antworten: *Dieser* Fisch braucht reines, kühles, sauerstoffreiches, fliessendes Wasser, am besten sogar mit Strudeln, mit schützenden Verstecken unter überhängendem Ufer und Baumwurzeln und mit einem mindestens stellenweise kiesigen Boden. Es weiss auch jeder, dass speziell die Forelle überall da, wo das Wasser seine Bewegung verliert, zum Teich oder gar zum Sumpf wird, wo es durch den Menschen eine Begradigung und Kanalisierung erleidet, wo der Boden durchwegs verschlammt, keine Existenzmöglichkeit mehr findet. Es ist anderseits ebenso allgemein bekannt, dass man einen Hecht oder einen Karpfen kaum jemals im strudelnden Berg-