

## Mindestanforderungen an die Abwasserreinigung im Hinblick auf den Vorfluter

K. STUNDL

Die Belastung der Gewässer durch Abwassereinleitungen hat in vielen Fällen ein Ausmaß erreicht, das als Dauerzustand untragbar erscheint, weil es die Verwendung des Vorflutwassers für die verschiedensten Nutzungszwecke stark erschwert. Dadurch entstehen besonders für die Betriebswasserwirtschaft Schwierigkeiten, weil vor der Verwendung für verschiedenste technische Zwecke das Vorflutwasser gereinigt oder aufbereitet werden muß.

Die fortschreitende Gewässerverunreinigung hatten die mit der Untersuchung der Oberflächenwässer beschäftigten Biologen, Chemiker und Hygieniker schon seit langem beobachtet und vor den Folgen dieser steigenden Belastung gewarnt.

Gesetzliche Bestimmungen gegen die Abwasser- und Abfalleinbringung in die Gewässer wurden in zahlreichen Ländern zur Verbesserung des Zustandes der verschmutzten Gewässer erlassen. Dies war aber trotz der ausreichenden Vorschriften in den Gesetzen vor allem durch wirtschaftliche Schwierigkeiten nur unvollkommen erreichbar und es werden deshalb auch in jedem Einzelfall nach genauer Prüfung des Gewässerzustandes für die Einleitung behandelter Abwässer Reinigungsmaßnahmen und sonstige zusätzliche Bedingungen vorgeschrieben, die eine Überlastung des Vorfluters verhindern sollen.

Während vor Jahrzehnten noch in solchen Vorschriften vom Betrieb nur die Neutralisation, Entgiftung oder Unschädlichmachung der Abwässer verlangt wurde, sind heute meist sehr genaue Mengenangaben der einzuleitenden Abwässer und Betriebsvorschriften für die Reinigung in den wasserrechtlichen Bescheiden enthalten.

Grenzwerte der noch zulässigen Mengen der festen und gelösten Anteile wurden auf Grund eingehender Untersuchungen in verschiedenen Ländern festgelegt, von denen die unserer nächsten westlichen Nachbarn, nämlich der

*Table 1*  
*Ausgewählte Grenzwerte für Abwasserreinleitungen*  
*bei biologischer Vollreinigung*

Abwasser aus:	Brennereien Mostereien Brauereien Mälzereien	Lebensmittel- verarbeitenden Betrieben	Textil- betrieben	Gerbereien Leder- fabriken	Erdöl- raffinerien
Toxizität für Fische	in zehnfacher Verdünnung keine schäd- liche Wirkung	in fünffacher Verdünnung keine schäd- liche Wirkung	—	—	—
Absetzbare Stoffe (im Imhoffrichter)	in den bundesdeutschen und den schweizerischen Richtlinien einheitlich 0,3 mg/l				
pH	d. R. schw. R.	— —	6—9 6,5—8,5	7—8	7,5—9
BSB <sub>5</sub> mg/l	d. R. schw. R.	25 25 (T. M.) kurzfr. 80	30 25 (T. M.) kurzfr. 80	50 25 (T. M.) kurzfr. 80	25 — —

KMnO <sub>4</sub> - Verbrauch mg/l	d. R. schw. R.	80 80 (T. M.) kurzfr. 150	80-100 80 (T. M.) kurzfr. 150	100 80 (T. M.) kurzfr. 150	150 80 (T. M.) kurzfr. 180	—
Sulfide mg/l	d. R. schw. R.	— —	— —	— —	1 —	— 0,2 (T. M.) 0,5 (St. M.)
Chrom mg/l	d. R. schw. R.	— —	— —	— —	2 2	— —
Kohlen- wasserstoffe mg/l	schw. R.	—	—	—	—	5 Gesamt- extrakt 5 kg/Tag
Mercaptan mg/l	schw. R.	—	—	—	—	0,2 (T. M.)
Phenol mg/l	d. R.	—	—	—	—	0,2
Petroläther- lösliche Stoffe mg/l	d. R.	—	—	—	—	5
T. M. = St. M. =	Tagesmittel Stundenmittel	d. R. schw. R.	= =	deutsche Richtlinien schweizerische Richtlinien (1966)		

Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz, etwas ausführlicher behandelt werden sollen. Wie die Zusammenstellung ausgewählter Grenzwerte aus diesen Richtlinien zeigt (Tabelle 1), sind diese in beiden Ländern ziemlich ähnlich. Sie verwenden aber vor allem zwei Bestimmungen, die in letzter Zeit vielfach einer sehr scharfen Kritik unterzogen wurden, nämlich den  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch und den  $\text{BSB}_5$ . Durch die Bestimmung des  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauches werden sehr unterschiedliche Anteile der vorhandenen organischen Verbindungen erfaßt, so daß mit einiger Berechtigung behauptet werden kann, jede Abwasserart habe ihren eigenen  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, womit dieser als Vergleichsbasis für verschiedene Abwasserarten unbrauchbar sei.

Als Kritik des  $\text{BSB}_5$  führt WUHRMANN an: „Das Maß des  $\text{BSB}_5$  sei eine bestimmte Menge Sauerstoff, welche von einer unbestimmten Zahl von Organismen, die im Probenwasser mit eingeschlossen sind, bei  $20^\circ$  in fünf Tagen veratmet wird. Die Annahme, daß diese Sauerstoffmenge in einer konstanten, reproduzierbaren und bei allen Abwässern gleichartigen Proportion zu den Verschmutzungsstoffen des Wassers stehe, ist nicht begründet, wie die Variabilität des Verhältnisses zwischen  $\text{BSB}_5$  und dem Gesamtbetrag des organischen Kohlenstoffes in verschiedenen organisch verunreinigten Abwässern beweist.“

Nun sind gerade diese beiden Bestimmungsverfahren in den meisten Zusammenstellungen der geforderten oder erwünschten Grenzwerte für Abwassereinleitungen als wesentliche Parameter zu finden und es ist nicht leicht, sie zu ersetzen.

Ähnliche Einwände können auch gegen andere, auf mikrobiellen Umsetzungen beruhende Tests, wie den Algentest von BRINGMANN, den A-Z-Test nach KNÖPP und die Toxizitätsbestimmungen mit Fischen und niederen Wassertieren erhoben werden.

WUHRMANN schlug bei der Diskussion dieser Fragen beim ÖWWV-Seminar in Raach (März 1969) für die Festsetzung des Reinigungsgrades von Kläranlagen die Prüfung der Verminderung des organischen Kohlenstoffes und eventuell des organischen Stickstoffes vor, außerdem noch die Bestimmung des  $\text{BSB}_5$  im Auslauf biologischer Kläranlagen, wobei dieser in der Größenordnung von 10 bis 15 mg Sauerstoffverbrauch liegen soll.

Als erstrebenswertes Ziel aller Abwasserreinigungsmaßnahmen wird übereinstimmend ein Gewässerzustand entsprechend den Kriterien der Güteklasse II (beta-mesosaprob) angesehen.

Die Charakterisierung dieses Zustandes erfolgt im wesentlichen nach der vorhandenen Lebensgemeinschaft pflanzlicher und tierischer Organismen im Sinne des revidierten Saprobiensystems von LIEBMANN. Die quantitative

Erfassung dieser Lebensgemeinschaften ist schwierig, da die Besiedlungsdichte im gleichen Entnahmebereich recht bedeutende Unterschiede aufweisen kann (STUNDL, 1965). Das macht auch einen zahlenmäßigen Vergleich der einzelnen Glieder der Biozönose praktisch unmöglich. Chemisch kann dieser Gewässerzustand ganz allgemein durch einen geringen Gehalt abbaufähiger organischer Substanzen, hohe Sauerstoffwerte und geringes Sauerstoffdefizit gekennzeichnet werden.

LIEBMANN erwähnt in seiner zusammenfassenden Darstellung über die Grundlagen der Abwässerphysiologie auch die Versuche der Klassifizierung der Gewässer nach Inhaltsstoffen von RICHTER, bei denen auch industrielle Abwässer berücksichtigt sind. Dafür werden 22 verschiedene Bestimmungen herangezogen. In einer von ihm in diesem Zusammenhang ebenfalls genannten Methode von MEYER zur Charakterisierung der Belastung durch die gefundenen Mengen von Inhaltsstoffen werden für einen vorwiegend beta-mesosproben Gütezustand nachstehende Werte angeführt:

Sauerstoffgehalt sofort	über	5 mg/l
BSB <sub>5</sub>	unter	6 mg/l
Kaliumpermanganatverbrauch	unter	40 mg/l
Schwefelwasserstoff		0
Chlorid zusätzlich zum natürlichen Gehalt	unter	100 mg/l
Sulfat zusätzlich zum natürlichen Gehalt	unter	100 mg/l
Gesamthärte zusätzlich zum natürlichen Gehalt	unter	4 Gr. D. H.
Eisen (Fe) anorganisch gebunden		0.4 mg/l
Mangan (Mn) anorganisch gebunden		0.4 mg/l
Summe der übrigen Metalle		0.1 mg/l
Cyan		0
freies Chlor		0
Phenole einwertig		0.01 mg/l
Phenole mehrwertig		0.01 mg/l

Die Beurteilung der Wirkung industrieller Abwässer auf die Vorfluter ist nicht leicht, die Wahl ausreichender und dabei wirtschaftlicher Behandlungsverfahren, welche einen Reinigungseffekt sichern, der die Erhaltung oder Wiedererreichung der Güteklasse II im Vorfluter möglich machen, ist aber besonders schwierig, da es sich oft um Abwassergemische mit stark schwankender Zusammensetzung handelt.

Gewässerverschmutzungen werden ganz allgemein durch ungelöste organische und anorganische Substanzen, gelöste organische und anorganische Anteile und durch unerwünschte Mikroorganismen bewirkt.

Die Folgen dieser Einleitung sind so bekannt, daß es genügt, einige besonders auffällige anzuführen, wie die Bildung von Schlammböden durch Ablagerung von Feststoffen, die Bildung von Methan und Schwefelwasserstoff aus faulenden organischen Anteilen, Sauerstoffzehrung, Fischsterben durch Sauerstoffmangel oder Einleitung giftiger Stoffe, Gewässer verfärbungen, Wasserblütenbildung durch Überdüngung und Zufuhr von Nährstoffen oder Massenentwicklung heterotropher Organismen, zum Beispiel Sphaerotilus, Leptomitus u. a.

Diese unerwünschten Erscheinungen könnten in fast allen Fällen durch physikalische, chemische und biologische Abwasserbehandlungsverfahren vermieden werden. Feststoffe lassen sich durch Sedimentation, die, wenn nötig, noch durch Fällungs- und Flockungshilfsmittel weitgehend beschleunigt werden kann, aus dem Abwasser abscheiden. Gelöste organische faulfähige Anteile werden durch biologische Umsetzungsvorgänge, die sich im Bedarfsfall durch Nährstoffzusatz verbessern lassen, weitgehend abgebaut. Giftige Substanzen können durch chemische Behandlung, Mikroorganismen durch Desinfektionsmittel unschädlich gemacht werden.

Da somit Möglichkeiten für eine ausreichende Abwasserreinigung in vielfachen Variationen bestehen, ist es zunächst unverständlich, warum die Gewässerunreinigung ein derartiges Ausmaß erreichen konnte und an vielen Stellen noch weiter zunimmt.

Die Gründe dafür sind allerdings bekannt. In erster Linie verhindert der Mangel ausreichender finanzieller Mittel den Bau der erforderlichen Anlagen und daneben auch die Bemühungen, die Kosten dieser Einrichtungen möglichst von sich auf andere abzuwälzen oder auf ein Ausmaß zu verringern, das wiederum keine ausreichende Behandlung der Abwässer sichert.

Über die Höhe der für diese Abwasserbehandlung in Österreich nötigen Gesamtsumme gehen die Angaben stark auseinander. Während vor kurzem in der Tagespresse für die Reinigung der gewerblichen und industriellen Abwässer ein Betrag von 2 Milliarden Schilling genannt wurde, nennt der Ministerratsbericht von 1967 eine Summe von 40 Milliarden, allerdings für die Gesamtheit der in Österreich noch erforderlichen Anlagen. Diese letztere Zahl entspricht sicher den tatsächlichen Verhältnissen besser, wenn man die hohen Kosten industrieller Abwasserreinigungsanlagen zum Beispiel einer Laugeneindickungs- und Verbrennungsanlage für die Abwasserbehandlung einer Zellstoffabrik berücksichtigt und weiterhin in Rechnung stellt, daß eine vollbiologische Kläranlage für eine größere Stadt auch einen ähnlichen Betrag von etwa 60 bis 80 Millionen Schilling erfordert.

Bei der Erörterung der Notwendigkeit der Abwasserbehandlung wird von der Industrie auch auf die Schwierigkeit hingewiesen, die Vollbeschäftigung

zu erhalten und gleichzeitig sehr wesentliche Aufwendungen für die Abwasserreinigung zu machen, die mit der Produktion zwar in engem Zusammenhang steht, dieser aber im allgemeinen nicht zugute kommt und auch keine Einnahmsquelle darstellt.

Die Verunreiniger der Gewässer, ob es nun Gemeinden oder Industriebetriebe sind, bringen zwar den Forderungen des Gewässerschutzes volles Verständnis entgegen, auch sie sind ohne Unterschied für die Erhaltung sauberer Gewässer oder die Vorschreibung von Reinigungsmaßnahmen, um die Verunreinigungen wieder zu beheben, sie stellen sogar gelegentlich diese Forderungen selbst, sobald ihnen durch die Aufbereitung des verschmutzten Vorflutwassers zusätzliche Betriebskosten erwachsen oder die Verunreinigung der Gewässer sich störend auf den Fremdenverkehr auswirkt, zum Beispiel wenn das Baden im nächstgelegenen Gewässer unmöglich wird.

Finanzielle Leistungen für die erforderlichen Anlagen zu erbringen, wird aber mit dem Hinweis auf andere noch wichtigere Aufgaben, darunter nicht zuletzt die bereits erwähnte Erhaltung der Vollbeschäftigung, abgelehnt.

Es wurde daher auch schon in Schlagzeilen der Tagespresse vom Vorrang, den die Vollbeschäftigung vor der Volksgesundheit genießt, gesprochen.

Über die Frage, ob und in welchem Ausmaß die Gewässerverunreinigung die Volksgesundheit gefährdet und damit die Forderungen des Gewässerschutzes vordringlich sind, herrschen sehr unterschiedliche Ansichten.

Die mit den Abwässern eingebrachten Inhaltsstoffe können biologisch aktiv, das heißt leicht abbaufähig oder biologisch inert, also schwer oder gar nicht abbaubar sein.

Unmittelbar gesundheitsgefährdend sind giftige Substanzen in bestimmten Konzentrationen und pathogene Mikroorganismen, die sonstigen Verunreinigungsanteile stören zwar die Verwendung des Wassers für technische Zwecke, sind aber im allgemeinen nicht direkt gesundheitsschädlich.

Vielfach bewirken sie wesentliche Veränderungen des Wassercharakters, welche das Gewässeraussehen beeinträchtigen, zum Beispiel Verfärbung, Auftreten lästiger Gerüche, Schaumbildung u. a.

Die sekundären Folgen dieser Verunreinigungen, nämlich die Beeinträchtigung der ohne Vorbehandlung für alle hygienischen Verwendungszwecke geeigneten Wasservorräte, sind allerdings als Gefährdung oder Bedrohung der Volksgesundheit anzusehen und in dieser Hinsicht sind auch die Forderungen des Gewässerschutzes berechtigt.

Wie schon eingangs erwähnt, stellt ein Gewässerzustand im Sinne der Güteklasse II das vom Gewässerschutz angestrebte Ziel dar, welches den natürlichen Verhältnissen in größeren Gewässern entspricht. Ein Zustand im Sinne der Güteklasse I herrscht fast nur in den obersten Bereichen der Bäche und

Flüsse und in Bergseen, er ist aber in Oberflächengewässern, auch wenn sie ausschließlich vollbiologisch gereinigte Abwasserzuläufe aus einwandfrei arbeitenden Kläranlagen erhalten, nicht zu erreichen. Eine hundertprozentige Reinigung ist auch mit den besten Kläranlagen nicht erzielbar, denn mit dem Ablauf der gereinigten Abwässer gelangen zumindest die als Pflanzennährstoffe wirkenden Stickstoff- und Phosphorverbindungen in die Gewässer. Wo ihre Einleitung eine unerwünschte Pflanzenproduktion hervorruft, müssen sie daher durch ein zusätzliches Verfahren (die dritte Reinigungsstufe) aus den Kläranlagenausläufen entfernt werden.

In diesem Zusammenhang ist es nötig, auch auf die biologische Selbstreinigung näher einzugehen, der in zahlreichen Planungen eine sehr wesentliche Bedeutung beigemessen wird.

Für diese hat WUHRMANN ebenfalls beim Seminar in Raach die Notwendigkeit klarer Begriffsabgrenzungen dargelegt.

Die biologische Selbstreinigung der Gewässer ist ein sehr wesentlicher Faktor, die intensivsten Selbstreinigungsprozesse erfolgen durch die Tätigkeit heterotropher Bakterien und Pilze, also die charakteristischen Bewohner der alpha-mesosaprobien und polysaprobien Zonen, welche als Güteklassen III und IV charakterisiert sind.

Die Abbauleistung in diesen Gewässerbereichen ist bei weitem höher als in den vorwiegend von autotrophen Organismen besiedelten Regionen mit beta-mesosaprobien Charakter.

Es ist deshalb, wie WUHRMANN kurz und treffend formuliert: „Unzweckmäßig und den Forderungen des Gewässerschutzes widersprechend, die Selbstreinigung in Abwasserlastpläne einzubeziehen. Im übrigen aber geben biologische und chemische Reinigungsanlagen immer noch so viele abbaubare Restverunreinigungen an die Gewässer, daß die Selbstreinigungsfähigkeit, welche einer beta-mesosaprobien Lebensgemeinschaft innewohnt, voll beansprucht wird.“

Aus dieser Überlegung müssen also, wenn die Gewässerbereiche mit dem Charakter der Wassergüteklasse III und IV verschwinden sollen, die derzeit hier ablaufenden Vorgänge in Reinigungsanlagen stattfinden, deren Leistung zur Verarbeitung der Abwässer in einem Maße ausreichen muß, das eine etwa 85prozentige Verminderung der abbaufähigen organischen Substanz sichert und auch Schwebestoffe weitgehend zurückhält.

Somit ist also die vollbiologische Reinigung der häuslichen Abwässer nötig, bei Industrieabwässern eine Rückhaltung der störenden Substanzen bis zu den eingangs angeführten Grenzwerten.

Wie aber bereits erwähnt, stößt die Errichtung ausreichender Anlagen wegen der Höhe der dafür erforderlichen Summen immer wieder auf Schwierig-



keiten, denn keiner der zahlreichen Finanzierungsvorschläge löste bisher das Problem, woher die zur Errichtung der dringend nötigen Reinigungsanlagen erforderlichen Geldmittel beschafft werden sollen, die immer an anderen Stellen noch nötiger gebraucht werden.

Ebenso wichtig wie die Charakterisierung der Gewässerqualität ist demnach auch die Frage, wie die bereits angeführten Ziele des Gewässerschutzes verwirklicht werden sollen. Bei allen bisherigen Diskussionen ergab sich als zwingende Folgerung, zunächst vor allem die Sanierung besonders belasteter Gewässerstrecken in Angriff zu nehmen und die Lösung dieser Aufgaben als Schwerpunktprogramm in einem sich über eine Reihe von Jahren erstreckenden Zeitraum zu versuchen. Bei einer solchen Aufteilung scheinen auch die benötigten Summen nicht mehr so unaufbringbar hoch und liegen in der für die verschiedensten als selbstverständlich angesehenen Aufwendungen (zum Beispiel Straßen- und Wohnbau, Errichtung von Freibädern, Gewässerregulierungen usw.) erforderlichen Größenordnung.

In den letzten Jahren wurden übrigens zahlreiche Reinigungsanlagen vor allem für mittlere und auch einige größere Städte errichtet und damit auch sehr beachtliche finanzielle Leistungen vollbracht. Als einige Beispiele der letzten Jahre seien nur die Kläranlagen von Klagenfurt, Bregenz, Fürstenfeld, Mödling, Wien-Inzersdorf genannt. Während bei Siedlungsabwässern das Reinigungsverfahren bzw. der zu fordernde Effekt bei vollbiologischer Reinigung mit der bereits erwähnten Abnahme des organischen Kohlenstoffes und einem BSB<sub>5</sub> um 20 mg/l feststeht, sind die Forderungen bei industriellen Abwässern nicht so klar präzisierbar, wie die folgenden Ausführungen zeigen sollen.

### Abwässer aus Bergbaubetrieben

Die Reinigung dieser Abwässer besteht im wesentlichen aus der Entfernung der suspensierten Feststoffe, was durch Sedimentation, die, wenn nötig, noch durch Fällungsmittel verbessert werden kann, weitgehend erreichbar ist. Einige Zahlen über die Verminderung der Feststoffmengen in Absitzteichen sollen dies erläutern.

In den Klärteichen des Kohlenbergbaues Fohnsdorf vermindert sich der Feststoffgehalt der zufließenden Abwässer von 30.000 bis 50.000 mg/l auf 10 bis 140 mg/l im Auslauf. Im Klärteich des Magnesitbergbaues in Trieben beträgt der Feststoffgehalt im Zulauf 80.000 bis 90.000 mg/l, im Auslauf 20 bis 70 mg/l.

Die Mittelwerte dieser im Ablauf gemessenen Schwebstoffmengen liegen zwar über den von WUHRMANN für biologische Anlagen geforderten Werten

von 15 bis 25 mg/l, entsprechen aber einigermaßen den von englischen River Boards (KLEIN, L., River pollution) aufgestellten Grenzwerten von 30 bis 40 mg/l im Vorfluter. In unbelasteten Flüssen sind die Schwebstoffmengen zur Zeit des Niederwassers allerdings noch wesentlich geringer und liegen oft unter 10 mg/l.

Die Feststoffmengen, welche auf Fische verscheuchend wirken, liegen nach Ergebnissen von Untersuchungen meines Mitarbeiters Dr. GÜBITZ bei 25 bis 40 mg/l für rotbraune Lehmaufschwemmungen und bei 30 bis 80 mg/l für weißlichgraue Trübstoffe (Kaolin, Talkum usw.), etwa ebenso hoch für bräunlichschwarze Kohlenwaschwässer. Die Abscheidung der Schwebestoffe aus den Abwässern von Bergbaubetrieben durch Sedimentation ohne zusätzliche Flockungsmittel reicht also aus, um bei den meisten Vorflutern eine Beeinträchtigung des Fischbestandes zu vermeiden. Grenzwerte unter 100 mg/l im Klärteichablauf dürften daher in den meisten Fällen ausreichen, um die erwähnten Folgen zu vermeiden. Gelände für die Absitzteiche ist im Bereich von Bergbaubetrieben meist vorhanden.

### Abwässer der chemischen Industrie

Die sehr unterschiedlich zusammengesetzten Abwässer dieser Industriesparte umfassen biologisch abbaufähige, biologisch inerte sowie giftige Anteile.

Die erste Gruppe kann eventuell nach chemischer Vorbehandlung und nachfolgender Zugabe von Nährstoffen in biologischen Anlagen, meist mit Schlammbelebung, behandelt und verarbeitet werden, wie es zum Beispiel bei den höhere Alkohole und verschiedene organische Lösungsmittel enthaltenden Abwässern der Farbwerke Hoechst geschieht.

Die Entfernung der biologisch inerten Anteile bereitet, besonders wenn es sich um größere Mengen handelt, oft erhebliche Schwierigkeiten und es sei in diesem Zusammenhang nur an den Transport von Dünnsäure aus großen Chemiebetrieben erinnert, die auf dem Wasserweg in Spezialschiffen bis auf die Hochsee befördert wird, wo dann diese Abwässer dosiert ins Meer eingebracht werden. Die Abwassereinbringung aus Industriebetrieben in küstennahe Meeresbereiche hatte vielfach schwerwiegende Folgen für die Fischerei und störte auch den Badebetrieb.

Die ausreichende Behandlung dieser Abwässer wird daher auch nicht allein durch die Bestimmung der organischen Substanz und des BSB<sub>5</sub> erfaßt werden können, sondern zusätzlich noch ein Toxizitätstest einzuschalten sein, der beweist, daß die einzuleitenden Abwässer in fünf- bis zehnfacher Verdünnung keine schädliche Wirkung auf Fische haben.

## Abwässer in der Eisenindustrie

Es sollen hier nur die an die Reinigung von Abwässern der Verarbeitungsbetriebe (Beizereien, Walzwerke und Oberflächenveredelung bzw. Galvanik) gestellten Forderungen und die für die Einleitung in Kanäle und Vorfluter in verschiedenen Staaten vorgeschriebenen Grenzwerte besprochen werden.

Die Verfahren der Beizsäureregeneration sind in vollem Umfang nur bei sehr großen Anlagen wirtschaftlich. Schon bei mittleren Betrieben wird daher der Neutralisation der Säure mit gleichzeitiger Ausfällung des Eisens durch Kalkmilch der Vorzug gegeben. Schwierigkeiten bereiten allerdings noch immer die Spülwässer mit ihren an sich geringen Eisengehalten, die aber doch öfters auch über den allgemein geforderten Grenzwerten von 1.0 bzw. 2.0 liegen.

Diese können aber meines Erachtens nur für gelöstes Eisen gelten, nicht aber für feindispersen Walzwerkzunder, von dem bereits geringste Mengen mehrere mg/l ausmachen können, der aber in seiner Wirkung auf den Vorfluter als inerter anorganischer Anteil angesehen werden muß. Eine Beeinflussung der Wasserorganismen durch diese ungelösten Eisenanteile wurde bisher nicht festgestellt.

Giftige Anteile dieser Abwässer müssen naturgemäß durch entsprechende Behandlung unschädlich gemacht werden. In der BRD wird dies durch Sammlung der metallsalzhaltigen und cyanidischen Abwässer kleinerer Betriebe der Metallindustrie und Aufarbeitung in Zentralentgiftungsanlagen erreicht. Diese sorgen dann auch für die Unterbringung der entgifteten Abwässer nach Erreichung der geforderten Grenzwerte, die in den Richtlinien der europäischen Staaten ziemlich einheitlich sind.

### Grenzwerte für Metalle in Abwässern der Oberflächenveredelung

		deutsche Richtlinien	schweizerische Richtlinien	engl. River-Boards *	Richtlinien für Kalifornien
Cyanide	mg/l	0.1	0.1 <sup>+</sup>	0.1—0.2	0.1
Kupfer	mg/l	1.0	1.0	0.5—1.0	0.1
Zink	mg/l	2.0	2.0	0.5—1.0	0.3
Nickel	mg/l	1.0	2.0	0.5—1.0	1.0
Chrom	mg/l	2.0	0.1 (Cr <sup>VI</sup> ) 2.0 (Cr <sup>III</sup> )	0.5—1.0	0.05
Cadmium	mg/l	2.0	1.0	0.5—1.0	0.05
Eisen	mg/l	2.0	1.0		

\* KLEIN, L., River pollution.

Die Richtlinien für Kalifornien gehören zu den strengsten aller amerikanischen Staaten. In den UdSSR beträgt die zulässige Grenzkonzentration für die Einleitung in die Vorfluter für Kupfer, Nickel und Chrom sowie für Cyanide einheitlich 0.1 mg/l.

### Abwässer der Leder- und Textilindustrie

Sie können vielfach durch betriebsinterne Maßnahmen so weit vorbehandelt werden, daß ihr weiterer Abbau durch biologische Verfahren allein oder gemischt mit häuslichem Abwasser keine erhebliche Schwierigkeiten bietet. Die Behandlung von Industrieabwässern mit biologischen Reinigungsverfahren erläutert v. d. EMDE in einem weiteren Aufsatz dieses Buches.

### Die Abwässer der Zellstoffherzeugung

Ein besonderes Problem der Gewässerbelastung bilden die Abwässer der Zellstoffherstellung, vor allem die aus Sulfitzellulosefabriken. Während in den Abwässern der Papierfabriken durch die Faserrücknahmeverfahren der Flotation eine erhebliche Verringerung der Feststoffe eingetreten ist, für die Reinigung der übrigen Anteile ebenfalls verschiedene Möglichkeiten vorhanden sind und bei Pappefabriken durch weitgehende Rücknahme der suspendierten Anteile sowie Führung des Betriebswassers im Kreislauf der abfließende Abwasseranteil weitgehend verringert werden kann, ist die ausreichende Behandlung aller Abwässer der Zellstoffherstellung ein keineswegs vollkommen gelöstes Problem.

Für diese aus biologisch aktiven und biologisch inerten Anteilen bestehenden Abwässer, vor allem die konzentrierten „Ablaugen“, gibt es eine Reihe technisch gut ausgearbeiteter Behandlungsverfahren.

Ein Teil der biologisch abbaufähigen Anteile, im wesentlichen die Zucker, können durch Spezialhefen abgebaut und dabei entweder Alkohol oder Eiweiß gewonnen werden. Es wird durch diese Behandlung zwar ein erheblicher Teil der organischen abbaufähigen Substanzen verbraucht, die verbleibenden Reste reichen aber noch aus, um bei Einleitung der Abwässer in den Vorfluter ein sehr lebhaftes Wachstum von Bakterien und Pilzen, wobei der häufigste Organismus *Sphaerotilus* ist, hervorzurufen.

Ohne Ausnahme sind die Gewässerstrecken unterhalb von Zellulosefabriken stark verunreinigt, die Belastungsstrecken sind allerdings je nach Wasserführung und Qualität des Vorfluters ungleich lang. Einleitungen

ungereinigter Siedlungsabwässer begünstigen das Wachstum der heterotrophen Organismen der Güteklasse III und IV erheblich, weil dann zu den in den Zellstoffabwässern enthaltenen Kohlehydraten noch die Aminosäuren der häuslichen Abwässer als zusätzliche Nährstoffquelle hinzukommen. In der Gewässergütekarte Österreichs (1968) ist dieser Einfluß auf die Gewässerbelastung deutlich zu beobachten.

Eine restlose Beseitigung der abbaufähigen Substanzen der Abwässer aus Zellstoffabriken erfolgt auch durch die Eindickung und Verbrennung der Kocherlaugen nicht, da die Waschwässer wegen ihrer geringen Trockensubstanz dabei nicht mit erfaßt werden, ihr Gehalt an abbaufähigen Anteilen aber durchaus noch ausreicht, um im Vorfluter den Organismen der Güteklasse III und IV günstige Lebensbedingungen zu bieten.

Die Errichtung von Laugeneindickungs- und Verbrennungsanlagen behebt also die Gewässerverunreinigung nicht völlig, es entsteht aber bei dieser Abwasserbehandlung eine Beeinträchtigung der Umgebung durch die Emissionen der Anlagen, welche bei ungünstiger Lage des Betriebes Beschwerden der Anrainer und Ersatzansprüche zur Abgeltung von Vegetationsschäden auslösen. Dies wird auch in einigen Fällen als Begründung für die Nichterrichtung solcher Anlagen angeführt.

Nach erhaltenen Mitteilungen von Fachleuten treten diese Schäden beim Magnesiumbisulfitverfahren, bei welchem eine Rückgewinnung der Chemikalien nach Eindampfung und Verbrennung der Ablaugen erfolgt, nicht auf. Das anfallende  $MgO$  und  $SO_2$  wird wieder zu Magnesiumsulfit vereinigt und als Kochsäure verwendet.

Die Verminderung der Gewässerbelastung, welche durch die Abwässer der Zellstoffabriken hervorgerufen wird, ist ein dringendes Anliegen, für das eine befriedigende Lösung aber noch nicht gefunden wurde. Es sei deshalb dazu eine Überlegung angeführt, die allerdings noch viele Vorversuche erfordert, um die Anwendbarkeit beurteilen zu können.

Wie schon angeführt, sind in den Ablaugen und Waschwässern der Zellstoffherstellung biologisch abbaufähige sowie nicht abbaufähige inerte Substanzen enthalten. Erstere werden durch die bisherigen Verfahren der Verspritzung bzw. Verhefung nicht vollständig aufgebraucht, die inerten Substanzen, hauptsächlich Sulfolignine, widerstehen einem biologischen Angriff zumindest längere Zeit.

Es besteht nun zumindest theoretisch die Möglichkeit, die biologisch aktiven Anteile in den gemischten Kocherlaugen und Waschwässern mikrobiell so weit abzubauen, daß die verbleibenden Restanteile bei Einleitung in den Vorfluter dort keine nennenswerte Förderung der heterotrophen Organismen bewirken können. Die inerten Anteile verbleiben allerdings unverarbeitet in

diesen Abwässern und die Verfärbung des Vorfluters, welche auf diese Abwasserkomponente zurückgeht, wird durch die geschilderte Behandlung nicht vermindert. Versuche in dieser Hinsicht wurden bereits unternommen und es sind bereits Bakterienpräparate im Handel, welche den Abbau der biologisch aktiven Anteile verbessern sollen. Die von uns bisher durchgeführten Versuche haben zwar noch keine eindeutigen Ergebnisse geliefert, doch wäre es sicher nicht richtig, diese Möglichkeit der Abwasserbehandlung a priori abzulehnen.

Die neuerdings in den USA propagierten Belebungssteiche, deren Baukosten und Betrieb wesentlich billiger sind als der üblichen Reinigungsanlagen, könnten hier Anwendung finden, falls die Abbaugeschwindigkeit nicht zu gering ist und damit das erforderliche Teichvolumen zu groß würde.

Der Gedanke einer biologischen Teilbehandlung der Zellstoffabwässer mag zunächst utopisch scheinen, sollte aber doch geprüft werden, weil hier mit weitaus geringeren Kosten ein Teilerfolg der Gewässerreinigung erreicht werden könnte. Hier von möglichen oder zulässigen Grenzwerten zu sprechen, scheint allerdings noch verfrüht.

Es könnte der Anschein bestehen, daß die hier geäußerten Vorschläge und Annahmen das erstrebte Ziel des Gewässerschutzes noch nicht sichern und schärfere Formulierungen und Forderungen nötig wären, doch hat es wenig Sinn, ständig nur zu betonen, was geschehen müßte, aber doch nicht geschieht, weil die Mittel dazu fehlen oder an anderen Stellen nötiger sind. Nur Totallösungen gützuheißen, weil die Zwischenlösung zu einem „ewigen Provisorium“ werden könnte, wäre falsch. Es kann, wie sich vielfach zeigt, auch das Warten auf die Totallösung zu einem Dauerprovisorium werden.

Es soll nun keineswegs etwa eine nur mechanische Reinigung faulfähiger Abwässer als ausreichend angesehen werden, die vollbiologische Behandlung der Abwässer oder zu den gleichen Endergebnissen der Reinigungsmaßnahmen führende chemisch-biologische Verfahren müssen immer das Endziel sein. Bei großen Anlagen wird es aber nicht zu vermeiden sein, daß zwischen der mechanischen und der biologischen Stufe oder auch dem Teil- und dem Vollausbau ein zeitlicher Zwischenraum entsteht. Hier wäre es aber falsch zu warten, bis die vollkommene Finanzierung gesichert ist, sondern der stufenweise Ausbau wird in Kauf genommen werden müssen. Dies gilt sinngemäß für kommunale Anlagen ebenso wie für solche zur Behandlung industrieller Abwässer.

Es schien mir wichtig, auf die neuerdings wieder stärker betonten Möglichkeiten der biologischen Behandlung industrieller Abwässer hinzuweisen und für ihre Erprobung auch dort einzutreten, wo man sie bisher nicht anwandte.

Wenn damit diese Ausführungen keine überall anwendbaren und erprobten Vorschläge zur Reinigung industrieller Abwässer brachten und neben Anführung von Grenzwerten bei der Abwasserreinigung auch deren Problematik betonten, so mögen sie doch immerhin als Diskussionsbeitrag zu diesem wichtigen Problem angesehen werden, dessen Lösung oder zumindest ein durchführbarer Plan dafür noch von unserer Generation gefunden werden muß.

#### LITERATUR

- GÜBITZ, H. (1966): Die Wirkung von Farb-, Trüb- und Giftstoffen auf Fische. — Österr. Abwasserrundschau, Jg. 11, Heft 5/6.
- KLEIN, L. (1966): River pollution, III. Control. — Butterworths, London.
- LIEBMANN, H. (1965) Über die Grundlagen der Abwasserphysiologie. — Die Wasserwirtschaft, Jg. 55, Heft 7, 8, 9.
- MALZ, F. (1969): Anforderungen an den Reinigungseffekt. — Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 21, 96.
- Normalanforderungen für Abwasserreinigungsverfahren. Verlag Wasser und Boden, Hamburg 1966.
- STUNDL, K. (1965): Die Anwendbarkeit biologischer Verfahren zur Abwasserbeurteilung. — Österr. Abwasserrundschau, Jg. 10, 118.
- WUHRMANN, K. (1969): Reinigungsgrad und Gewässerschutz. — 4. Seminar des Österr. Wasserwirtschaftsverbandes, Bd. 4 der Wiener Mitteilungen Wasser, Abwasser, Gewässer der Technischen Hochschule Wien.

#### DISKUSSION

- JANIK: Ich möchte auf die Finanzierung zurückkommen. Wenn wir gewässeraufwärts gehen und zu den einzelnen Verschmutzungen kommen, so werden wir finden, daß das Wasser irgendwo noch schön ist. Man fragt sich, ist es überhaupt noch eine Öffentlichkeitsaufgabe, etwa die Mur saubermachen, wenn sie zum Beispiel bei Frohnleiten einen Verschmutzungsgrad IV bekommt. Hier geht es um die Summierung der einzelnen Einleitungen von den einzelnen Fabriken. Wenn man hier voraussetzte, daß die Sanierung eine Angelegenheit der Öffentlichkeit sei, dann würde man das Wasserrechtsgesetz ad absurdum führen. Dieses Gesetz schreibt ja jedem Verschmutzer vor, daß innerbetriebliche Maßnahmen für die Abwasserreinigung durchgeführt werden müssen. Ich bin der Meinung, daß alle veröffentlichten Zahlen über Milliarden für Aufwendungen durch innerbetriebliche Maßnahmen der Industrien wesentlich reduziert werden können. Ich halte es für ganz verfehlt, wenn man die Blickrichtung jetzt auf die Öffentlichkeit lenkt und diese verantwortlich für die Verschmutzung macht als Kaufpreis für den Wohlstand.
- STUNDL: Es ist zu bedenken, daß eine Industriegesellschaft über den Bereich der einzelnen Betriebe hinausreicht. Die in einem Gewerbe- oder Industriebetrieb erzeugten Fabrikate oder Waren sind nicht allein Angelegenheit der dort Beschäf-

tigten, sie werden vielmehr von der Bevölkerung gebraucht oder dienen – wenn sie exportiert werden – der Wirtschaft, von der wieder die Bevölkerung Nutzen hat. Deshalb soll wohl auch die öffentliche Hand bei der Gewässerreinigung mithelfen, da die Allgemeinheit saubere Gewässer wünscht, aber auch von den Gütern, die in den abwasserabgebenden Betrieben erzeugt werden, mittel- oder unmittelbar Vorteile hat.

Auch die Bewohner einer Siedlung tragen nicht allein die Kosten der Reinigungsanlagen für ihre Abwässer, die Gemeinden fordern vielmehr von Bund und Land Unterstützungen dafür und erhalten sie auch.

Diese meine Einstellung mag falsch sein, sie kann auch falsch ausgelegt werden, es ist aber meine Ansicht.

PAYR: Zur Darstellung meines Diskussionsvoredners Dipl.-Ing. Janik, daß das Wasserrechtsgesetz den Staat als Gesetzgeber verpflichte, die Abwasserreinigung im Sinne des Gewässerschutzes durchzuführen, ist meines Erachtens eine Richtigstellung notwendig:

Das Wasserrechtsgesetz 1969 verpflichtet laut § 32 nicht den Staat, sondern unmittelbar den konkreten Abwassereinleiter zur Vornahme der Abwasserreinigung. Erst das WBFG verpflichtet den Staat, dabei wirtschaftliche Hilfe zu leisten, natürlich nur im Rahmen des Möglichen und unter gewissen Voraussetzungen. Zur Anregung von Dr. Bucksch, sich vorerst – wo möglich – nur mit einer bloß mechanischen Abwasserreinigung zu begnügen und den biologischen Teil der Kläranlage erst später zu errichten, ist zu sagen, daß diese Ausbaustufen im Allgemeinen nur bei konventionell zweistufigen Großkläranlagen (also etwa ab 20.000 EWG aufwärts) vertretbar erscheinen, indessen bei kleineren Anlagen nach den heute bereits erprobten Verfahren der bloß einstufigen Belebungsanlage aus Gründen der Wirtschaftlichkeit hinsichtlich Baukosten unbedingt der Vorzug zu geben ist, wenn auch die dann größeren Betriebskosten nicht förderungsfähig sind. Die Warnung von Herrn HR Dr. Megay vor bloß mechanisch wirkenden Kläranlagen als Absetzanlagen bei Teilbelastung, die unweigerlich zur Anfaulung des Abwassers führen muß, kann dadurch entkräftet werden, daß man dem Durchfluß des Abwassers durch die Absetzanlage soviel Fremdwasser von irgendwoher (Bach) beifügt, daß die Durchflußzeit wiederum der einer Vollbelastung entspräche. Dieser Vorschlag wurde auch bereits von mir veröffentlicht („Österr. Abwasser-Rundschau“, Jg. 10, Folge 6, 1965).

MARSCHALL: Wie stellen Sie sich eine Zentralentgiftungsanlage vor? Wie soll dies durchgeführt werden, da bei einer Überproduktion die Gefahr besteht, daß der Giftstoff in den Kanal geleitet wird. Ich glaube, es ist vernünftiger, dort Standentgiftungsanlagen durchzuführen. Es besteht nämlich die Gefahr, daß in cyanidische Wässer Glanzbadabwässer, die sauer reagieren, auch in den Auffangbehälter geleitet werden.

STUNDL: Die Zentralentgiftung wird zum Beispiel in Württemberg ausgezeichnet gelöst, die Abwässer von fast 100 galvanischen Betrieben werden abgeholt und einer Kläranlage zugeführt. Dort befindet sich eine Einrichtung für die Entgiftung aller angelieferten Gewässer und die ursprünglich für 40 kleinere Betriebe geplante Anlage wurde nun wesentlich erweitert.

Für die Behandlung der cyanidischen Abwässer hat jeder Betrieb eine genaue Entgiftungsvorschrift und kann, wenn er sich an diese hält und ausreichende Auffanggefäße besitzt, die anfallenden Abwässer entgiften und unschädlich machen.



OTTENDORFER: Der schrittweise Ausbau (erst mechanische, dann biologische Reinigung) kann dazu führen, daß nach dem Wegfall der zugeführten Grobstoffe die weiteren Maßnahmen verzögert werden, so daß die weniger anfallenden, aber viel gefährlicheren toxischen Stoffe und Krankheitserreger weiterhin im Wasser verbleiben.

SCHWARZ: Zu dem Beispiel der Galvanisierung und der Zusammenführung der Abwässer zu einer zentralen Entgiftungsanlage gibt es ein paralleles Beispiel. Ich möchte eine Gemeinde erwähnen, wo sechs Fleischereien vorhanden sind, die bei der Kläranlage und Abwasserbeseitigung ungeheure Schwierigkeiten bereiten. Hier wurde das Problem so gelöst, daß bei der Kläranlage ein Sammelplatz errichtet wurde, an den die Fleischer ihre Abfallstoffe hinbringen, die dann regelmäßig zur Tierkörperverwertungsanstalt geführt werden. Ich glaube, genau so sollte man es mit den galvanischen Abwässern machen. Ein zweiter Parallellfall sind die Ölabscheider von den Tankstellen. Diese werden bei uns vielfach gemeindlich gereinigt und wir haben durchsetzen können, daß der Gemeindeklärwärter mit einem eigenen Wagen regelmäßig im Turnus diese Benzin- und Ölabscheider leert.

MEGAY: Wie kann man die verbrauchten Emulsionen (Schleiföl, Walzöl, Bohröl) der metallverarbeitenden Industrie abwasserfähig machen?

LEITHE: Diese Emulsionen werden bei der VÖEST in Linz mit Magnesiumsalzlösung in eine wässrige und in eine ölige Schichte getrennt, letztere wird verbrannt.

BALDINGER: Es steht mir als Schweizer nicht zu, hier in Österreich zu den bis jetzt in der Diskussion aufgeworfenen Fragen Ratschläge zu erteilen. Ich möchte nur von den Erfahrungen bei uns berichten.

Den Vorschlag von Herrn Prof. Stundl, für die Entgiftung von konzentrierten Badflüssigkeiten aus galvanotechnischen Betrieben Zentralentgiftungsanlagen zu erstellen, kann ich voll und ganz unterstützen. Auf etlichen größeren kommunalen Klärwerken der Schweiz sind solche zentrale Entgiftungsanlagen erstellt worden oder stehen in Vorbereitung. Diese Lösung ist, wenn die Entgiftung von einem Chemiker der Aufsichtsbehörde vorgenommen wird, erfolgreich und sie wird auch von den Galvanikern begrüßt.

Ich möchte aber davor warnen, in der Diskussion die Gemeinden und Privaten als Abwasserlieferanten gegeneinander auszuspielen und ihre finanziellen Leistungen gegenüberzustellen. Gemeinden und Industrien verursachen die Gewässerreinigung – von Ort zu Ort in unterschiedlichem Verhältnis – und beide müssen zur Sanierung beitragen. In der Schweiz wird, so weit es technisch möglich und sinnvoll ist, Industrieabwasser in Gemeindekläranlagen gereinigt. Die daraus entstehende Vergrößerung und die sich ergebenden Mehrkosten werden von Bund und Kantonen subventioniert. Auf dem Verhandlungsweg wird der private Beitrag an die Bau- und Betriebskosten ermittelt. Dem Vorschlag, vorerst nur die mechanische Abwasserklärung vorzunehmen und die biologische Reinigung erst später, möchte ich aus folgenden Überlegungen widersprechen. Mit dem Weglassen der biologischen Reinigungsstufe werden von den Gesamtkosten der Abwasserreinigung vielleicht etwa 30 Prozent eingespart. Da das Kanalisieren der Baugebiete im Hinblick auf die zentrale Abwasserreinigung nach unseren Erfahrungen etwa drei- bis viermal mehr kostet als das Klären des Abwassers, so betragen die Einsparungen weniger als 10 Prozent an den gesamten Aufwendungen für die schadhlose Abwasserbeseitigung. Mit dieser geringfügigen Einsparung werden dem Abwasser statt gegen 90 Prozent nur 30 Prozent Schmutzstoffe entzogen. Das ist für diejenigen,

die die Mittel zur Verfügung stellen müssen, eine schwere Enttäuschung und die getroffenen Maßnahmen sind für die ober- und unterirdischen Gewässer ungenügend.

MAYR: Herr Dr. Bucksch sagte: „Es wird in Österreich zu viel kanalisiert, man sollte besser beim alten Senkgrubensystem bleiben.“

Da jedoch Senkgruben der üblichen Größe keinesfalls in der Lage sind, den derzeitigen Abwasseranfall (150 bis 250 l/EWG/Tag und oft schon mehr) auf längere Sicht zu speichern, müßte man entweder überdimensionale Senkgruben errichten, deren jeweilige Räumung jedoch längere Zeit – abhängig von der Verführungsweite des Räumgutes und den zur Verfügung stehenden Räumgeräten und Transportfahrzeugen – in Anspruch nehmen würde oder man wäre gezwungen, die Senkgrube wöchentlich einmal oder auch öfter leeren zu lassen. Unabhängig von der Unwirtschaftlichkeit und den sonstigen Bedenken (Ästhetik, Hygiene usw.) wäre dies nicht zuletzt eine Platzfrage, da seit langem bekannt ist, daß die Landwirtschaft an derartigen Abwässern nicht nur uninteressiert ist, sondern sich gegen die Aufbringung derselben auf allen Kulturf lächen sogar wehrt. Das würde somit den Verzicht auf Bäder und sogar Wasserspülklosette bedeuten, was wiederum einem Zivilisationsrückschritt gleichkäme. Oder die Senkgruben würden zu illegalen Versickerungen und damit zur erhöhten Gefahr für das Grundwasser.

Anschrift des Verfassers: o. Prof. Dr. K STUNDL, Vorstand des Instituts für Mikrobiologie, Wasser- und Abfalltechnologie an der Technischen Hochschule, Technikerstraße 4, A-8010 Graz.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [1969](#)

Autor(en)/Author(s): Stundl Karl

Artikel/Article: [Mindestanforderungen an die Abwasserreinigung im Hinblick auf den Vorfluter 69-86](#)