Realistische Grenzen für die Belastung der Gewässer mit Abwärme und Abwässern

E. MÄRKI

1. Einleitung

Der Gewässerschutz steht gegenwärtig in einer entscheidenden Phase, an einem Wendepunkt. Es gelang während der Hochkonjunktur der letzten 15—20 Jahre nicht in allen Ländern den gewaltigen Nachholbedarf für Gewässerschutzanlagen zu decken und die längst fälligen Kanalisationssysteme und mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlagen zu verwirklichen. Noch zahlreiche Großstädte Europas und der anderen Kontinente sorgten schon dafür, daß riesige Summen in den Bau von Verkehrsanlagen investiert wurden, doch nur wenigen gelang es die notwendigen Mittel für Abwasseranlagen zu beschaffen d. h. für den Bau von Kläranlagen.

Im Zeitpunkt einer rückläufigen Tendenz im Wirtschaftsleben dürfte es erst recht schwerlich halten, ausgerechnet Kredite für die Bedürfnisse der Abwassertechnik freizubekommen, wenn dies während der Hochkonjunktur nicht gelang.

Der Ausbau und die Modernisierung der Industrie und der Energieversorgungsbetriebe nahm aber in bestimmten Schwerpunkten ein rascheres Wachstum an als von der Seite des Umweltschutzes erwünscht war, so daß heute bedauerlicherweise recht große Lücken im Sanierungsstand bestehen und auch hingenommen werden müssen. Die Wassergüte nahm deshalb nicht nur in dem Ausmaß zu, wie es erwünscht gewesen wäre, sondern sie nahm in zahlreichen Gewässern noch ab.

Die erfindungsreiche Technik brachte nicht nur Verfahren zur Behandlung der Abgänge, sondern sie produzierte auch Abwärme und neue Chemikalien, die als unentbehrlich deklariert werden, wenn wir den heutigen Lebensstandard halten und die Güterproduktion aufrecht erhalten wollen. Zwar erreichte die Bevölkerung in den Industrienationen dank der

spezifischen Verbilligung des Treibstoffes eine Mobilität durch Motorfahrzeuge, die kaum voraussehbar war und recht unangenehme Folgewirkungen zeitigte.

In diese Situation hineingestellt, soll nun ein effektvoller wirtschaftlicher Schutz der Gewässer organisiert und realisiert werden können!

Deklamatorischer Gewässerschutz ist sehr weit verbreitet, aber der Grundsatz „Wer etwas auf sich hält, der wischt zuerst vor der eigenen Türe" wird leider nicht mehr hochgehalten. Zuerst beobachtet man den Nachbarn, den Oberlieger und den Unterlieger am Gewässersystem, und daraufhin wird abgeschätzt was man selber und wann tun will als Beitrag zum effektiven Schutz der Gewässer. Die Ansprüche des Einzelnen an die Natur, an die Gesellschaft, an den Staat, scheinen zügellos und unersättlich und sind vielfach vom nackten Egoismus geprägt.

Und da müssen wir uns fragen, wo die Fragen des Gewässerschutzes noch Platz finden, untergebracht zu werden und noch Gehör zu finden. Die aufwendige und mitunter selbstlose Propaganda für die Anliegen der Gewässerreinhaltung tragen vielerorts Früchte, aber sie reifen leider nur zu langsam. Immerhin wird in der zweiten Hälfte der Siebziger Jahre über Reinhalteordnungen nicht nur auf nationaler, sondern auch auf übernationaler Ebene diskutiert und es werden fleißig und emsig an Konferenzen Grundsätze und Normen besprochen und begründet, und es mögen in diesem Referat einige Aspekte dieses Problemkreises beleuchtet werden.

2. Reinhalteordnungen

Realisten und das ist der größte Teil der Bevölkerung sind sich darin einig, daß das Rad der industriellen Entwicklung nicht zurückgedreht werden kann, und daß dort wo der Mensch arbeitet, auch Abwasser und Abfälle entstehen müssen. Weder die Landschaft noch die Gewässer lassen sich in den Ursprungszustand zurückführen — übrigens unterliegen beide einem ununterbrochenem Wandel. Zum Beispiel die Verlandung der Seen und Kleingewässer muß als ganz natürlicher Prozeß hingenommen werden. Die zivilisatorische Tätigkeit der Menschheit sorgt aber dafür, daß diese Verlandungsvorgänge und Landschaftsänderungen meistens bedeutend rascher ablaufen. Die Bändigung der Wildwasser durch künstliche Werke führt aber auch zum Gegenteil.

Niemand kannte das Maß der Maßnahmen, das der Natur zugemutet werden darf, ohne daß dauernde irreparable gefährliche Schäden Platz greifen. Hierüber gehen die Ansichten der Fachleute noch weit auseinander und der Politiker, der mithelfen muß, die Mittel für die Maßnahmen zu

beschaffen, wird sehr stark durch die widersprüchlichen Ansichten der Umweltschützer verunsichert.

Bevor man die Maßnahmen anordnet, muß man sich klarwerden, welche Zielvorstellungen man von der Reinheit der Gewässer hat. Diese Vorstellungen richten sich auf die Nutzungsansprüche aus, die sehr gegensätzlich sein können, und dies ruft nach einer planmäßigeren qualitativen und quantitativen Bewirtschaftung des Wassers. Hier treten schon die ersten großen Schwierigkeiten auf, indem es sehr schwer fällt den Kreis der Nutzungsberechtigten festzulegen. Wohl jeder Bewohner kann einen Minimalanspruch von drei Liter Wasser als Flüssigkeit für seinen Lebensunterhalt anmelden, der ihm erfüllt werden muß. Darüber hinaus steigen die Auslieferungsforderungen für sanitäre Einrichtungen auf rund 200—500 l/KT und wer sich ein Schwimmbad sowie Klimaanlagen leisten kann, meldet entsprechend höhere Wünsche an. Und man muß auch erkennen, daß das Gewerbe und die Industrie ohne Wasser die täglichen Bedarfsartikel nicht produzieren kann, und daß durch die Sanitär- und Werkanlagen die eingesetzten Wässer mit unzähligen Abfallstoffen belastet werden. Reinhalteordnungen umfassen verschiedene Grundsätze und Fachbereiche. Neben chemischen Normen werden bakteriologisch-biologische Forderungen zu erfüllen sein, die zu technischen Normen führen. Zudem müssen auch rechtliche und finanzielle Aspekte berücksichtigt werden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich in erster Linie auf die naturwissenschaftlichen Aspekte.

3. Abwärme

Die Aufheizung der Gewässer — wie die Erwärmung fälschlicherweise oder tendenziös bezeichnet wird — wurde im Laufe der letzten zehn Jahre zu einem Gewässerschutzproblem erster Ordnung hochgespielt und man vergaß dabei beinahe, daß es noch eine Verschmutzung durch Abwässer aller Art gibt, die ebenfalls einer Lösung harrt.

Seit der Erfindung der stationären Dampfmaschinen und später beim Einsatz von großen Wärmeanlagen, die durch große Mengen fossilen Treibstoffs (Kohle, Torf, Öl) in Gang gehalten werden, mußte Kühlwasser die Abwärme abführen. Nur derjenige Teil an Brenn- und Treibstoff, der lediglich der Raumheizung, im Haushalt zum Kochen und zum Betrieb der Fahrzeuge verheizt wird, tangiert die Gewässer nicht, dagegen wird die Umgebung, die Luft als Transportmittel der Abwärme gebraucht. Wenn man in der Schweiz heute pro Einwohner rund 2000 kg Mineralölprodukte verbraucht, so entspricht dies pro Einwohner 20 Millionen kcal. Dazu kommen noch pro Kopf und Jahr (inkl. Industrie, Verkehr) 4—5000 kWh,

was auch noch rund 4 Millionen kcal ausmacht. Wir müssen dies mit dem Bedarf, den die Bevölkerung z. B. vor 15 Jahren aufwies, vergleichen; eine Verdoppelung des Energiebedarfes wurde innert 12—15 Jahren erreicht; Damit stieg auch der Anteil an Abwärme, die an die Umgebung abgeführt werden muß.

Welcher Anteil belastet nun die Gewässer und in welchem Verhältnis werden diese im Laufe der Jahre aufgewärmt? Dieser Anteil ist recht schwer zu errechnen. Es bestehen noch keine genauen Unterlagen über alle Kühlanlagen, doch eines gilt als sicher, daß der weitaus größte Anteil der Abwärme aus der Verwendung von Energie für Licht, mechanische Arbeit (Verkehr), Wärme an die Luft resp. die Umgebung abgeht und ein Teil davon noch über den Umweg der Niederschläge den Weg in die Gewässer zurückfindet.

In Staaten mit wenig Wasserkraftanlagen wurde die Elektrizität seit jeher durch Anlagen erzeugt, die mit fossilen Brennstoffen betrieben wurden. In wasserarmen Gebieten wurde die Abwärme mit Kühltürmen abgeleitet, während an größeren Gewässern durchwegs Durchlaufwasserkühlung betrieben wurde.

Mit der Planung von Großanlagen für die thermische Stromerzeugung mit Hilfe der Kernenergie, wo Kühlwassermengen in unseren Breitengraden von 10—50 m^3/sec. benötigt würden, um die $^2/_3$ Abwärme abführen zu können, begann man vor rund 10 Jahren den Einfluß auf die Biozönose in den Gewässern zu studieren. Man merkte bald, daß zur sauberen, klaren Beurteilung viel zu wenig wissenschaftliches Material zur Verfügung stand und daß das Wärmeproblem keineswegs systematisch bearbeitet wurde. Es ist außerordentlich zu bedauern, daß an jenen Gewässern, die schon Jahrzehnte mit erwärmtem Kühlwasser aus konventionell betriebenen Werken beschickt resp. aufgewärmt wurden, die Veränderungen der Biozönose nicht erforscht wurden und man auf praktische Ergebnisse bei der Beurteilung der neuen Situation mit Großanlagen hätte zurückgreifen können.

So mußte daher in mühseliger Kleinarbeit mosaikartig Stück um Stück des Wissens zusammengetragen werden, damit man einigermaßen wissenschaftlich untermauert die Maßnahmen resp. die Grenzwerte festzulegen in der Lage war.

Da zudem auch systematische Temperaturmessungen an den Gewässern ebenfalls fehlten — die mengenmäßigen Größen sind dagegen seit Jahrzehnten bekannt — , so hielt es außerordentlich schwer, den natürlichen Zustand der Gewässer zu umschreiben und zu bewerten.

Einzelmessungen zeigten, daß z. B. der Rhein an einem Sonnentag von frühmorgens bis abends eine Temperatursteigerung von über 2° C erfahren kann.

Systematische Messungen über das ganze Jahr ergeben überraschende Temperaturamplituden nicht nur für Kleingewässer.

Der Alpenrhein, der Grenzfluß zwischen Österreich und der Schweiz, zeigt Tagesschwankungen vom März bis September von 3—4° C (Q_m = 207 m^3/sec.), der Rhein bei Rheinfelden nahe Kaiseraugst 1—4° C (Q_m = 908 m^3/sec.), die Aare bei Brugg 2—5° C (Q_m = 273 m^3/sec.), die Reuss bei Mellingen 3—7° C (Q_m = 133 m^3/sec.) und die Limmat bei Baden 3—8° C (Q_m = 91 m^3/sec.).

Diese wenigen Werte mögen zeigen, welche Größenordnungen an kcal tagsüber von den Gewässern aufgenommen und nachts wieder ausgestrahlt werden. Die Überlegung, die Abwärmezufuhr in der gleichen Größenordnung zu den Gewässern zu tolerieren, wie sie durch natürliche Schwankungen zustande kommt, kann deshalb als real angesehen werden. Dabei ist der Umstand zu berücksichtigen, daß gesamthaft ein höheres Temperaturniveau erreicht wird, wenn ein konstanter Abwärmestrom produziert wird. Es findet bei Dauerbetrieb eine Vorverschiebung der „Jahreszeiten" im Gewässer statt, die je nach Temperaturerhöhung 1—3 Monate erreichen kann. Man erreicht bei Rheinfelden mit 2° C Erhöhung den normalen Aprilwert von 8,3° C schon anfangs März. Diese Erwärmung kann zu einer vorzeitigen Entwicklung der Flora und Fauna führen, die nicht auf die nähere Umgebung des Gewässers abgestimmt werden kann (Insektenflüge, Nahrungsangebot für die Makrowasserfauna, vorzeitiges Pflanzenwachstum der Ufervegetation, Gefahr der Nachtfröste u. a. m.). Es wäre von großer Bedeutung gewesen, hätte man die Beobachtungen an schon erwärmten Gewässern mitauswerten können, da nachteilige Auswirkungen weniger auf die Wasserqualität vermutet wurden als auf die Biozönose, die eine Umstellung vornehmen wird.

Sehr schwierig war und ist die Beurteilung geblieben, wieweit nun effektiv ein Gewässer aufgewärmt werden darf, denn bei größeren Strömen kann man nicht erwarten, daß die zugeführte Abwärme auf einer relativ kurzen Strecke wieder an die Atmosphäre verloren geht, insbesondere im Sommer, wenn die positive Wärmebilanz anhält.

Man kam daher zur Ansicht, daß für ein ganzes Gewässersystem eine Bewirtschaftung vorgenommen werden muß und sogenannte Abwärmelast-Pläne erstellt würden.

Die variable Wasserführung erlaubt im Rahmen der Grenzwerte auch eine variable Abwärmefracht, und mit dem Grundsatz des Frachtdenkens

wären auch die Rechte resp. die Nutzungsansprüche der Gewässerinhaber angesprochen. Logischerweise hätte jeder Wasserlieferant entsprechend seinen Lieferungen einen Anspruch an der Abwärmenutzung resp. an der Abwärmekapazität.

Es möge dies an einem Beispiel erläutert werden.

Wasserführung des Rheins bei Mündung Nordsee	1800 m^3/sec.
Wasserführung des Hochrheins bei Basel	1000 m^3/sec.
Wasserlieferung aus Österreich an Hochrhein	140 m^3/sec.
Wasserlieferung aus Deutschland an Hochrhein	60 m^3/sec.

Annahme Temperaturerhöhung 3° C (3 kcal/l)
Abwärmekapazität (ohne Abstrahlung) bei Basel (1000 m^3/sec.)
= 1·00·000 l/sec. × 3 kcal = 3 Mio kcal/sec.
Anteil Österreich 140.000 l/sec. × 3 kcal = 0,42 Mio kcal/sec.
Anteil Deutschland 60.000 l/sec. × 3 kcal = 0,18 Mio kcal/sec.

An der Mündung des Rheins ständen 1800.000 l/sec. × 3 kcal = 5,4 Mio kcal/sec. zur Verfügung.

Diese Aufsplitterung läßt sich beliebig in jedes Nebenflußgebiet hinauf fortsetzen und daraus einen Nutzungsverteiler ableiten. Die Festlegung eines solchen Verteilers erfordert Verzicht auf hergebrachte Praktiken und guten Willen zur nationalen und internationalen Regelung über jahrhunderte alter Streitobjekte.

Im Bericht der Schweiz über die gewässerschutztechnischen Gesichtspunkte im Zusammenhang mit der Kühlwasserentnahme und -rückgabe bei konventionell- und nuklearthermischen Kraftwerken vom 19. März 1969 wurden daher folgende zahlenmäßige Empfehlungen vorgelegt:

Fließgewässer

1. Die Temperatur des abzuleitenden Kühlwassers soll in der Regel 30° C nicht überschreiten. Unter günstigen örtlichen Verhältnissen kann geprüft werden, ob ausnahmsweise eine Kühlwassertemperatur von maximal 35° C zugelassen werden darf.
2. Die aus verschiedenen Werken einzeln und gesamthaft in ein und dasselbe Flußsystem abzuleitenden Kühlwässer sollen dieses nach jeweiliger vollständiger Durchmischung über den ganzen Querschnitt an keiner Stelle um mehr als 3° C aufwärmen. Unter günstigen örtlichen Verhältnissen kann geprüft werden, ob in gewissen Jahreszeiten ausnahmsweise eine Aufwärmung von maximal 5° C zugelassen werden darf.

3. Durch die Einleitung von erwärmten Kühlwässern soll die für Fließgewässer zulässige Höchsttemperatur von 25° nach vollständiger Durchmischung über den ganzen Querschnitt an keiner Stelle überschritten werden.
4. Die unter 1., 2. und 3. festgelegten Grenzwerte beziehen sich grundsätzlich auf Verhältnisse, die der β-mesosaproben oder der oligosaproben Stufe entsprechen. Bei stärker belasteten Gewässern müssen die Anforderungen verschärft werden.

Seen

1. Kleinere Seen fallen für eine Kühlwassernutzung außer Betracht. Bei größeren Seen müssen die Möglichkeiten der Kühlwassernutzung auf Grund der örtlichen Gegebenheiten sowie der Zu- und Abflußverhältnisse abgeklärt werden.
2. Wird Wasser zu Kühlzwecken aus einem See entnommen und wieder in diesen zurückgeleitet, so soll die Aufwärmung des rückgeführten Wassers nicht mehr als 3° C betragen.

4. Abwässer

Wenn es schwer hält für die Temperatur wissenschaftlich gesicherte Grenzwerte festzulegen, so muß man diese Zielsetzung für die Aufstellung von sicheren Werten und Normen für die Abwasserinhaltsstoffe als fast unüberwindbare Aufgabe ansehen. Die Vielzahl der Abwasserfaktoren erlaubt es nicht über jeden einzelnen wissenschaftlich begründete Grenzwerte aufzuführen, ganz zu schweigen von kombinierten Effekten von mehreren Faktoren (kumulative Wirkung).

Doch kann man nicht abwarten, bis die Wissenschaft diese Unterlagen zur Verfügung stellt, denn durch den Beizug praktischer Beobachtungen und Untersuchungen besteht durchaus die Möglichkeit angenäherte Werte für das Wasser anzugeben, bei deren Einhaltung unter Würdigung anderer äußerer Faktoren, denen der Mensch ausgesetzt ist, keine unwiderbringliche Schäden entstehen werden.

Die Menschheit lebt risikofreudig und ihre Gesundheit wird von mehreren Seiten her strapaziert. Es ist kaum zu glauben mit welchen Mitteln der menschliche Körper traktiert und belastet wird.

Die Lunge nimmt aktiv den Nikotinrauch und inaktiv die Abgase aus Verbrennungsmotoren, Fabrikschloten und auch Aerosole bei der Schädlingsbekämpfung auf. Der Magen und die Blutbahn übernimmt Alkohol

und „Gifte" aus der Ernährung auf. In den Lebensmitteln und Getränken sind Reste von Behandlungsmitteln nachzuweisen und überall lauern Bakterien und Viren auf einen schwachen Organismus oder sie präparieren auf einem guten Nährboden ihre Toxine. Zu all diesen Gefahrenmomenten summiert sich noch die Unfallgefahr zu Hause, auf dem Arbeitsweg und am Arbeitsplatz, im Urlaub, beim gelegentlichen abendlichen Ausgang und auf dem Sportplatz. Nicht vergessen darf man die natürlichen Katastrophen wie Erdbeben, Überschwemmungen, Wirbelstürme, Lawinen und Vulkanausbrüche. Und wenn man noch die Zunahme der Gefahren durch Verbrecher mitzuzählt, so muß man sich wundern, daß so viele Leute in diesem Saal noch gesund und munter beisammensitzen können. Es möge entschuldigt werden, daß sich die Ausführungen nicht strikte auf den Bereich des Wassers beschränken, denn es war die Absicht den weiten Rahmen zu umschreiben und die Gefahrengruppen darzustellen, denen der einzelne Mensch sich selber aussetzt oder ausgesetzt wird.

In dieser Palette scheint der Mensch in der Verunreinigung des Wassers nicht seinen primären Feind zu sehen und zu vermuten, sonst hätte er kaum so lange zugesehen wie die Verderbnis überhand nahm. Er fand genügend Gelegenheit den Verschmutzungen auszuweichen, dort sein Wasser zu beziehen, wo es noch sauber war (Bodenseewasserversorgung), dort Badesport zu treiben, wo der Strand noch unverdorben war oder künstliche Bäder zu erstellen, dort die Forellen zu fangen oder zu beziehen, wo sie noch leben können. Erst dann begann er zu handeln, wenn auch die anderen „Hahnen" zu versiegen drohen. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Energiekrise 1973/74 hingewiesen.

Der jahrzehnte dauernde Rückstand läßt sich nun nicht in wenigen Jahren gleichzeitig mit dem Auffangen der laufenden Probleme bewältigen, da neben den finanziellen Mitteln auch die nötige Zahl von Fachleuten fehlte und die notwendigen Verfahrensschritte noch ungenügend bekannt und erprobt sind. In die Praxis übersetzt heißt dies ganz einfach, daß zuerst die Schwerpunkte saniert werden müssen und parallel dazu die Fachkräfte gemeinsam mit der Industrie und der wissenschaftlichen praktischen Forschung die Unterlagen für die spezifischen Behandlungsverfahren erarbeiten.

Die Sanierung kann aber daneben schrittweise erfolgen, damit nicht zugewartet werden muß, bis alle Fachleute ihre Ansichten vereinheitlicht haben.

An Hand einiger Stoffgruppen mögen die Probleme der Realität beleuchtet werden.

4. 1. Biochemisch abbaubare Stoffe

Es handelt sich um diejenigen Verbindungen aus häuslichen und gewerblich-industriellen Abwässern, die den Sauerstoffhaushalt der Gewässer beanspruchen. Die Reinigungsverfahren für solche Abwässer sind längstens bekannt und erprobt und es ist erstaunlich, daß 1975 noch zahlreiche Großstädte die biologische Reinigung der Abwässer nicht planen, bauen und betreiben und zwar zu einem Zeitpunkt, wo die Forderung nach weitergehender Abwasserreinigung sehr lautstark in den Raum gestellt wird.

Eine biochemische Belastung der Gewässer mit einem Wert von unter 2 mg BSB_5/l kann in den meisten Fällen erreicht werden, da die natürliche Belastung weit unter diesem Wert liegt. Gewässer mit einem BSB_5 von 2—5 mg/l können bei der Grundwasseranreicherung zu Sauerstoffschwund führen, neigen aber noch nicht zu Massenentwicklungen von Abwasserpilzen. Die Abwassertechnik ist heute in der Lage in ein- und mehrstufigen biologischen Anlagen das Abwasser wirtschaftlich auf BSB_5-Werte von unter 20, 10 und sogar 5 mg/l zu reinigen, sofern eine genügend lange Belüftungszeit eingehalten wird.

4. 2. Schwer abbaubare Stoffe

Neben natürlich anfallenden schwer abbaubaren Stoffen wie Cellulose und Humusverbindungen produziert die Industrie für den täglichen Bedarf auch künstliche Verbindungen, die nicht in der Natur vorkommen (Detergentien, Schädlingsbekämpfungsmittel, Farbstoffe, Medikamente, Weichmacher, Kunststoffe u. a. m.). Davon ist ein großer Anteil unschädlich für den Menschen, andere hingegen können sich über die Nahrungsketten bis zu schädlichen Konzentrationen anreichern. Hierüber weiß man noch recht wenig und es wird in vielen Forschungsinstituten intensiv an der Aufklärung des physiologischen Zusammenhanges gearbeitet. Mit der Produktion und dem Verbrauch solcher Stoffe erleichtert oder ermöglicht man der Menschheit das Leben und Überleben, indem man die Nahrungsmittelproduktion sicherstellt, die Seuchen bekämpft und den Komfort steigert. Die gleichen Stoffe können bei ungünstigen Konstellationen die Menschheit wieder gefährden. Wo da der tragbare und vernünftige Mittelweg zu finden ist, kann heute niemand sagen. Auch wenn man vom Wachstum „Null" spricht und dies fordert, so verschwinden diese Stoffe nicht von der Bildfläche. Hier hilft nur eine realistische Abschätzung der Risiken, die der Mensch eingeht, wenn er mit diesen Stoffen hantiert. Die mittlere Lebenserwartung stieg in den letzten 70 Jahren um rund 20 Jahre und dies dank der Fortschritte der Hygiene (Abwasserbehandlung, Seuchenbekämpfung mit Chemikalien) und dem besseren Angebot an Lebensmitteln

und des Wohnkomfortes und der Realist rechnet nun die Bilanz aus. Es ist unbestritten, daß eindeutig zu hohe Konzentrationen an giftigen Produkten an der Quelle der Entstehung erfaßt und dem Gewässer ferngehalten werden müssen. Doch fallen dank ihrer großen Verbreitung in Haushalt und Landwirtschaft größere Mengen in kleineren Konzentrationen an suspekten Stoffen in diffuser Verteilung im Wasser an, und können deshalb nicht wirksam erfaßt werden. Ist dieses Risiko gegenüber den andern Risiken, denen der Mensch ausgesetzt ist (Straßenverkehr, höhere Konzentrationen in Nahrungsmitteln) tragbar?

Die Festsetzung von Belastungsgrenzwerten für solche Komponenten ist daher sehr schwer und es lassen sich lediglich mit gutem Gewissen Zielvorstellungen für die Gewässer formulieren. Dabei ist zu beachten, daß der Nachweis dieser Verbindungen relativ aufwendig wird und eine wirksame Kontrolle sehr erschwert ist.

Man darf wohl aussagen, daß die Konzentration in den Gewässern nur in Bruchteilen von Milligrammen oder im Gammabereich auftreten soll und daß dementsprechend die Abwassereinleitungen mit solchen Stoffen entsprechend eine Vorbehandlung erfahren müssen. Von den heute bekannten Reinigungsverfahren (Adsorption und Flockulation) liegen noch keine großen Erfahrungen vor und man wird daher in erster Linie an der Quelle des Anfalles zum Erfolg kommen müssen.

4. 3. Organische Halogenverbindungen

Diese Stoffgruppen (DDT) trugen wesentlich dazu bei, daß in zahlreichen Gegenden des Erdballs weitverbreitete Seuchen und Epidemien erfolgreich bekämpft und sogar zum Verschwinden gebracht werden konnten. Der positiven Bilanz der Rettung von Hunderttausenden vor dem Tode steht die negative Bilanz der Gefährdung der Flora und Fauna der Gewässer und letzlich auch des Menschen gegenüber. Es bedingt dies, daß man versucht die positive Bilanz nicht aufs Spiel zu setzen, indem man solche Stoffe verbietet bevor man durch die chemische Industrie harmlosere Ersatzstoffe gefunden hat. Es muß eine angemessene Übergangszeit festgelegt werden.

Der Konzentrationsbereich der organischen Halogenverbindungen im Wasser sollte sich höchstens um den Gammabereich pro Liter bewegen.

4. 4. Schwermetalle

Die oligodynamische Wirkung der Schwermetalle wie Silber und Kupfer ist seit vielen Jahrzehnten bekannt und Blei sowie Cadmium wurden

als Dekorfarbe für Eßgeschirr schon vor über 50 Jahren verboten. In Minimata (Japan) starben 1953—1959 46 Personen nach dem Genuß von Fisch und Muscheln, die durch hochkonzentrierte Abwässer mit Quecksilber verseucht waren.

Im Gegensatz dazu fanden und finden Schwermetalle eine außerordentliche breite Verwendung, wenn man einmal vom Silbergeld und Silberschmuck absieht. Kupfer sowohl als Geld als auch als Zusatz zu gewissen Gemüsekonserven toleriert und muß sogar im Steinobstbranntwein nachgewiesen werden können, wobei sicher der Alkohol schädlicher sein wird als das Kupfer, das in Spuren vorhanden ist. Zink erfuhr als Schutzschicht für Eisenrohre im Trinkwasserfach eine große Bedeutung und Milligrammwerte an Zink im Trinkwasser beim Konsumenten sind keine Seltenheit. Schließlich wird der menschliche Körper gegen Wundinfektion (Starrkrampf) mit Hilfe von Desinfektionsmitteln wie Merfen und Mercurochrom, die Quecksilber enthalten, geschützt. Aus dem Quecksilberimport in die Schweiz geht 55% in den medizinischen Verbrauch (Zahnheilkunde etc.).

In welchem Bereich die realistischen Grenzwerte zu suchen sind, dies ist wiederum sehr schwer vorauszusagen. Man ist gezwungen zwischen der diffusen und der massierten Ableitung zu unterscheiden und das Risiko objektiv zu bewerten. Die wirklich gefährlichen Konzentrationen lassen sich lediglich abschätzen, da die Wasserorganismen sehr unterschiedlich auf die Schwermetallgiftigkeit reagieren. Je nach den physiologischen Wirkungen werden die Konzentrationen der Schwermetalle zwischen 0,001 und 1 mg/l liegen dürfen. Die gezielte Eliminierung der Schwermetalle in Vorbehandlungsanlagen für Galvanobetriebe, der Buntmetallbeizereien und der Elektrolysebetriebe wird ohne Zweifel das wirksamste Instrument zur Herabsetzung der Gefahrenmomente für Schädigungen werden.

4. 5. Düngestoffe

Gegen die Zunahme der Grundnährstoffe Phosphor und Stickstoff in den Gewässern und die durch sie provozierte Massenentwicklung von Wasserpflanzen kennt man seit vielen Jahren Methoden und Verfahren. Obschon der Mensch ohne Phosphorzufuhr nicht existieren kann (Lezithinphosphorsäure als Bestandteil der Nervensubstanz) und täglich 2—3 g durch seine Lebensweise an das Abwasser abgibt, muß der Phosphor als wichtiger Eutrophierungsfaktor für Seen angesehen werden. Welche Rolle der Abwasserstickstoff bei der Eutrophierung spielt ist zum heutigen Zeitpunkt noch ungewiß. Die Waschmittelphosphate und weitere Phosphorverbindungen haben in der Industrie eine offenbar ernstzunehmende Zu-

nahme erfahren, die sich in der Entwicklung von Wasserblüten manifestieren. Es hält sehr schwer Limiten für den Phosphorgehalt für die Gewässer aufzustellen, denn die verschiedenen Pflanzen stellen unterschiedliche Ansprüche an die Nährstoffbasis. In der Praxis wird im Einzugsgebiet von Seen der Phosphorausstoß über Abwasser direkt beschränkt, während man gegen die diffusen Einleitungen aus der Landwirtschaft vorläufig machtlos ist. Welche Minimalmengen in Seen zu keinen Störungen mehr führen können, ist noch unklar, da in eutrophen Seen ein interner Phosphorkreislauf die biologische Produktion auch ohne neue P-Zufuhr aufrechterhalten kann (AMBÜHL). Über die Auswirkungen des Stickstoffgehaltes im Wasser bestehen Anhaltspunkte und die Angabe von Grenzwerten wird deshalb wenig sinnvoll, abgesehen vom Ammoniak, der bei einem pH-Wert von über 8,5 zum Fischgift wird. Die Verfahren zur Reduktion der Nährstoffe sind technisch erprobt. Insbesondere bestehen für die P-Elimination nach dem Simultan- und dem Nachfällungsverfahren in verschiedenen Ländern größere Erfahrungen. Man erwartet, daß der P-Gehalt im Abwasser auf unter 1 mg/l P gesenkt werden soll. Auch über die Nitrifikation, einer Vorstufe zur N-Eliminierung, sind die Erfahrungen vorhanden, dagegen fehlen noch wirtschaftliche Verfahren zur Denitrifikation.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

5. 1. Die Erkenntnisse über die Einzel- und kombinierten Wirkungen von Abwasserinhaltsstoffen und der Abwärme sind noch sehr lückenhaft und sie erfordern noch langwierige Forschungsarbeit.

5. 2. Die Ableitung von Abwärme in die Gewässer muß sich innerhalb von Grenzen halten, wenn nicht größere Störungen in den Lebensgemeinschaften zustande kommen sollen. Eine Erwärmung kann im Rahmen von 3° C geduldet werden, wenn sie für das gesamte Gewässersystem entsprechend der Wasserführung bewirtschaftet wird. Sie soll zudem im weiteren Rahmen der Umweltbelastung (Lufterwärmung und Wasserverdunstung) bewertet werden.

5. 3. Die Festlegung von Belastungsgrenzwerten für Seen und Fließgewässer stößt mangels zuverlässiger Unterlagen auf große Schwierigkeiten. Von der Praxis her gesehen kann aber keineswegs mit der Sanierung der Verhältnisse zugewartet werden bis die wissenschaftlichen Unterlagen erarbeitet sind.

5. 4. Es sollen Zielvorstellungen für die Wasserqualität ausgehandelt werden, die sich auf realistische und praktische Erfahrungen stützen, und denen man in Etappen möglichst nahe kommen soll.

Tabelle 1

Zielvorstellungen für chemische Komponenten in Gewässern

1. Temperatur	$\triangle t = 3°$ C	unter 25° C
2. Sauerstoff		über 6 mg/l
3. Blei		0,05 mg/l
4. Cadmium		0,005 mg/l
5. Chrom VI		0,01 mg/l
6. Eisen		1 mg/l
7. Kupfer		0,01 mg/l
8. Quecksilber		0,001 mg/l
9. Zink		0,2 mg/l
10. Ammoniak (frei)		0,1 mg NH_3/l
11. Chloride		100 mg Cl'/l
12. Cyanide		0,01 mg CN'/l
13. Nitrate		25 mg NO_3/l
14. DOC (gelöster org. Kohlenstoff)		2 mg C/l
15. BSB_5		4 mg 0_2/l
16. Gesamtkohlenwasserstoffe		0,05 mg/l
17. Chlorierte Lösungsmittel		0,005 mg/l
18. Phenole wasserdampfflüchtig		0,005 mg/l

(Ziffern aus Verordnung über Reinhaltung der Gewässer 21. 4. 1975 Entwurf)

5. 5. Unrealistische Ansprüche resp. Forderungen verzögern unnötigerweise die Verwirklichung des Möglichen.

5. 6. Die Grenzwerte sind unter Beachtung der übrigen Risiken und der Entwicklung von Nahrungsketten zu erarbeiten sowie unter Berücksichtigung der heute technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten.

5. 7. Primär hat nach wie vor für Siedlungen und bestimmter Industrien der Ausbau der mechanisch-biologischen Reinigung zum Schutze des Sauerstoffhaushaltes der Gewässer den Vorrang, abgesehen von akuten Vergiftungsfällen, die am Orte der Verursachung beherrscht werden müssen.

5. 8. Daraus leitet sich die folgende Reihenfolge in der Sanierung ab:
— Entschlammung und biologische Reinigung (erste und zweite Stufe)
— Weitgehende kanalisationstechnische Erschließung

— Nährstoffelimination (Phosphorreduktion)
— Schwerpunkte von Schadstoffen an der Quelle erfassen
— Umstellung der Industrien durch vernünftige Terminpläne ermöglichen
— Stufenweises Verschärfen der Vorschriften nach neuen Erkenntnissen
— Weitergehende Reinigung mit chemisch-physikalischen Verfahren.

6. Literaturverzeichnis

1. Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz 1973. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern.
2. Gewässerschutztechnische Gesichtspunkte im Zusammenhang mit der Kühlwasserentnahme und -rückgabe bei konventionell- und nuklearthermischen Kraftwerken. Eidg. Dep. des Innern, Bern 1968.
   Gewässerschutzmaßnahmen bei Atomkraftwerken und Kernforschungsanlagen. Erwin Märki, Sonderdruck Schweizerischer Energiekonsument Zürich 1969.
4. BWV Information No. 11, Stuttgart Vaihingen 1975.
5. Die Verunreinigung des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse in der Bundesrepublik Deutschland. 1972, Darmstadt-Arheilgen.
6. Verordnung für die Reinhaltung der Gewässer 1975, Eidg. Dep. des Innern.
7. Beschlüsse der Ministerkonferenz der Rheinanliegerstaaten in Bonn 4./5. Dez. 1973.
8. AMBÜHL H.: Vortrag über Seenforschung. Tagung des Verbandes Schweiz. Abwasserfachleute vom August 1974 in Luzern.

DISKUSSION

HUMPESCH: 1. Hinweis auf den Einfluß der Therme bei Baden auf die Schwechat. Veränderung des Artenbestandes.

2. Einfluß der Temperaturerhöhung (auch von ca. 3° C) auf die Entwicklung benthischer Invertebraten
   a) Tagesamplitude der Wassertemperatur ist zeitlich begrenzt; Schädigung der Organismen durch Dauerbeeinflussung. Entscheidend für den Organismus ist u. a. das Temperaturmilieu in einem bestimmten Entwicklungsstadium, daher
   b) der temperaturgekoppelte Retardierungsmechanismus innerhalb der Entwicklung geht verloren, bei den amphibischen Lebewesen kommt es zur Zerstörung der Entwicklungszyklen, das führt zur Störung in der Nahrungskette.

OTTENDORFER: Ich möchte noch hinzufügen, daß wir uns alle schon lange mit dem Problem befassen. Hinzu kommt noch, daß jeder Gewässertyp anders reagiert. Was man z. B. an der Schwechat feststellt, wird an der Donau kaum zu bemerken sein, denn der Temperaturtagesgang eines so großen Stromes beträgt vielleicht hundertstel Grade (Zwischenruf Hofrat Dr. ECKEL: Doch, der Tagesgang an der Donau beträgt 2° C).

Wir haben, Gott sei Dank in allen Sparten Experten, die auf die Fragen verantwortungsvoll Antworten liefern. Es ist allerdings auch eine Kunst, die Fragen so zu stellen, daß nicht vorprogrammierte, sondern zweckentsprechende Antworten gegeben werden können.

ECKEL: Herr Dr. Märki, Sie haben nicht nur die 3° C für opportun gehalten, sondern unter gewissen Umständen sogar 5° C Aufwärmung zugelassen. Welches sind die

Umstände und welches ist die Jahreszeit, wo man solches zulassen darf. Der Sommer eignet sich dafür weniger, wenn die Temperaturen eines Gewässers schon nahe an 22—23° C sind; da sollten 25° C nicht überschritten werden. Im Winter ist die Schwierigkeit wegen des Laichvorganges bzw. auch wegen der Ernährung.

MÄRKI: Zum ersten möchte ich sagen, daß man leider eben Kompromisse schließen muß. Man kann nicht immer mehr Energie verlangen und zugleich verlangen, daß die Umwelt nicht beansprucht wird. Deshalb sollte bei der Festlegung solcher Grenzwerte stets das Gesamtinteresse miteinbezogen werden. Auf der anderen Seite ist es so, daß in bestimmten Flußgebieten diese Limits bereits überschritten wurden. Wenn ich mich nochmals auf das Beispiel der Schwechat beziehen darf, so scheint mir dieses Gewässer schon mit 3° C stark überfordert, denn die Donau soll ja auch in Rumänien nicht mehr wie 3° C Temperaturerhöhung haben. Man wird eben in Österreich nur um vielleicht 1° C erhöhen können.

Zum zweiten hat man bei der Diskussion des 5° C-Limits an den Hochwinter gedacht, wenn einerseits die Wasserführung zurückgeht und der Energiebedarf steigt. Dies muß jedoch vorsichtig gehandhabt und nur kurze Zeit durchgeführt werden, damit keine Schäden entstehen. Im allgemeinen ist die Wasserführung unserer Gewässer im Sommer höher und die hydraulischen Kraftwerke daher in der Lage, den Strombedarf besser zu decken. Ganz gleich ob man Kühltürme nimmt oder Kühlwasser, es gibt jedenfalls Probleme mit der thermischen Belastung.

OTTENDORFER: Man kann den Fortschritt und die Zeit nicht aufhalten. Wer will heute noch Energie mit Treträdern erzeugen.

Ich bin allerdings der Meinung, daß die Wärmebilanz nicht aufgrund der Wasserbilanz für jedes Land aufgeschlüsselt werden kann. Das zeigt sich etwa am Beispiel unseres Nachbarlandes Ungarn, das 96% seines Gesamtdurchflusses aus dem Ausland bezieht und nur 4% aus im Lande entspringenden Quellen decken kann. Da dürften sich die Ungarn nicht einmal mit warmem Wasser waschen.

SCHÖNFELLINGER: Bei der von Ihnen gezeigten Tabelle erscheint der Grenzwert für Kohlenwasserstoffe um eine Zehnerpotenz niedriger als bisher für Trinkwasser im Gespräch war. Ich bitte um Erläuterung zur Analytik und zur Verfahrenstechnik der Reinigung, um diesen Bestimmungswert zu erhalten.

MÄRKI: Heute ist man in der Lage durch die in den letzten Jahren erfolgte Verbesserung der Apparatetechnik durch Infrarotmeßgeräte oder durch Gaschromatographie sehr geringe Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen im Flußwasser zu messen. Wir müssen unter die Geschmacksgrenze herunterkommen, denn wir müssen auch an die Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser denken (Chlorung — Chlorphenole). Die üblichen mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsverfahren eliminieren überraschenderweise Kohlenwasserstoffe weitgehend und mit Fällingsverfahren (wie z. B. Phosphatfällung) lassen sich in großtechnischen Anlagen ohne Schwierigkeiten Werte von unter 2—3 mg/l an Kohlenwasserstoffen erreichen.

OTTENDORFER: Mit den Grenzwerten ist es so wie mit der Geschwindigkeitsbeschränkung auf der Autobahn. Wenn dort 100 km/h steht, fühlt sich jeder bemüßigt, 100 km/h zu fahren. Wenn man bei den Grenzwerten z. B. 20 mg/l zuläßt, sagt der Einleiter — ich habe zwar nur 10, es wäre also gut, wenn wir die Produktion verdoppeln, um auf 20 mg/l zu kommen. Meine Meinung ist nach wie vor die, daß man nicht nur Grenzwerte festlegt, sondern die zulässige Höhe der Belastung von Fall zu Fall entscheidet und die Größe des Vorfluters berücksichtigt.

Anschrift des Verfassers: Dr. Erwin MÄRKI, Chef der Abt. Gewässerschutz, Kt. Aargau, Hohlgasse 9—11, CH-5000 Aarau, Schweiz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 1975

Autor(en)/Author(s): Märki Erwin

Artikel/Article: Realistische Grenzen für die Belastung der Gewässer mit Abwärme und Abwässern 35-49