

Gewässergüte und ihre Sicherung

von Hellmut Fleckseder, Wien

1. Einleitung

Die vorliegende Abhandlung stellt den skizzenhaften Versuch dar, durch Fragen nach

- einem Indikator über das Ausmaß der Umweltbeeinflussung durch uns Menschen,
- dem Verhalten von Stoffen in der Umwelt,
- den Begriffen „Gewässerzustand“ und „Gewässergüte“,
- Werten von Schadstoffen, mit denen unsere Gewässer belastet werden,
- sowie

— Möglichkeiten zur Sicherung der Wassergüte das gestellte Thema zu behandeln. Bei der Beurteilung des gewählten Inhaltes bitte ich meine Leser mitzubedenken, daß ich von meiner Grundausbildung her Bauingenieur bin und seit ungefähr siebzehn Jahren mich mit Abwasserreinigung und mit Fragen der Einbindung dieses Bereiches in den Gewässerschutz beschäftige.

2. Fragen nach dem Ausmaß der Umweltbeeinträchtigung durch uns Menschen

Wir Menschen sind umgeben von und leben in der

Biosphäre; mit diesem Begriff kennzeichnen wir i.a. jenen Teil der uns umgebenden Natur, in dem nach unserer Einsicht ein Leben irgendeines Lebewesens möglich ist. Mir erscheint dabei wichtig, daß dieser Begriff eine Gedankenvorstellung ist, über deren Schnittlinien hinweg ein Austausch an Materie und innerhalb derer Umsetzungen an Materie stattfinden. Getrieben werden diese Umsetzungen durch die von außen einströmende Sonnenenergie. Vereinfacht läßt sich sagen, daß Materie sich in Kreisläufen bewegt, während Energie eine gerichtete Größe darstellt.

Um sich einen einfachen Überblick über die Auswirkung von uns Menschen auf unsere Umwelt zu verschaffen, erscheint es mir zweckmäßig, wenn wir nach verschiedenen energetischen Kenngrößen fragen.

Erster Ansatz: Mensch physiologisch

Ernährung --- Minimum ungefähr 2200 kcal $E^1 d^{-1}$. Umgerechnet sind dies ungefähr $3,4 \cdot 10^9 J E^1 a^{-1}$ bzw. bei abgeschätzt $1,7 \cdot 10^7 J (kg \text{ oTS})^{-1}$ entspricht dies einer Aufnahme an für die Ernährung verwertbarer organischer Substanz von --- 200 kg oTS $E^1 a^{-1}$.

Zweiter Ansatz: Energetische Umsetzungen in Österreich

a) Physiologisch für $7,5 \cdot 10^6 E$ --- $26 \cdot 10^{15} J a^{-1}$ bzw. 26 PJ a^{-1} .

b) **Nettoprimärproduktion**

Bei Ansatz von Werten zwischen ca. 210 bis 500 g oTS $m^{-2}a^{-1}$ bezogen auf das österreichische Staatsgebiet ergeben sich ungefähr 300 bis 700 $PJ a^{-1}$.

c) **Primärenergieeinsatz**

Der Primärenergieeinsatz in Österreich für 1984 kann mit ungefähr 1500 $PJ a^{-1}$ abgeschätzt werden (F. CULETTO et al., 1981).

d) Die Energieeinstrahlung auf das österreichische Staatsgebiet dürfte in der Größenordnung von 40.000 $PJ a^{-1}$ liegen.

Konsequenzen daraus:

— Der für die menschliche Ernährung direkt erforderliche „Energieeinsatz“ ist im Rahmen der Primärenergieeinsatzes verschwindend gering (ungefähr ein Sechzigstel).

— Der Primärenergieeinsatz in Österreich liegt deutlich **über** der Nettoprimärproduktion.

Dritter Ansatz: Energetische Umsetzungen auf der Erde

a) Physiologisch für $5000 \cdot 10^6$ E ---- 16.800 $PJ a^{-1}$.

b) **Nettoprimärproduktion**

Ungefähr 4 bis 5 Millionen $PJ a^{-1}$ (E. J. KORMONDY, 1969; H.T. ODUM, 1971).

c) **Primärenergieeinsatz**

Der Primärenergieeinsatz auf unserer Erde für 1984 kann mit ungefähr 360.000 $PJ a^{-1}$ abgeschätzt werden (L. BAUER et al., 1981).

d) Die Energieeinstrahlung auf die Erdoberfläche

dürfte in der Größenordnung von ungefähr 2,7 Milliarden PJ a^{-1} liegen.

Konsequenzen daraus, einschließlich Ansatz Zwei:
— Wir Menschen benötigen für unsere Ernährung im „Lebensraum Erde“ im Vergleich zur Nettoprimärproduktion einen verschwindend kleinen Anteil dieses Naturpotentials. Diese Aussage ist solange gültig, solange nicht wesentliche Übertragungsverluste bei der von uns beanspruchten Nahrung auftreten.

— Der Primärenergieeinsatz im „Lebensraum Erde“ liegt zur Zeit noch deutlich **unter** der Nettoprimärproduktion.

— Nach J.E. LOVELOCK (1979) liegen durch Messungen bestätigbare Vermutungen vor, die der Ausgewogenheit aller biologischen Umsetzungen für die Erhaltung der geochemischen Kreisläufe wesentliches Gewicht beimessen. Wird nun unter dieser Voraussetzung der Quotient aus Primärenergieeinsatz zu Nettoprimärproduktion als Stabilitätsmaß von Ökosystemen betrachtet, so ist die österreichische Volkswirtschaft ökologisch betrachtet wesentlich instabiler als die Weltwirtschaft. Gleichzeitig läßt sich aussagen, daß die Industriestaaten ihre ökologische Stabilität jenen Gebieten unseres Lebensraumes Erde mit verdanken, die energetisch noch nicht so „hoch“ entwickelt sind.

Eine persönliche Abschätzung als Anregung
Bei einem Primärenergieeinsatz von ca. 1500 PJ a^{-1}

und bei $7,5 \cdot 10^6$ Einwohnern in Österreich entfallen $2 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1} \text{ E}^{-1}$ an Primärenergie auf einen Einwohner. In meinem Fall handelt es sich um einen Dreipersonenhaushalt, und wir benötigen in unserem direkten Verbrauchsbereich ungefähr folgende Energiemengen:

Heizen/Warmwasser	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$
Elektrischer Strom	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$
(Ansatz: 50 % Wasserkraft, 50 % thermisch)	
Individualverkehr	$1,1 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$
Nahrung (25 % Fleisch mit einem Umwandlungsfaktor von 10 %, Rest mit einem Umwandlungsfaktor von 100 % angesetzt)	$0,3 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$
	$3,3 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$
Im Vergleich zu dem 3 Personen zustehender Wert	$6,0 \cdot 10^{11} \text{ J a}^{-1}$

Offen bleibt in dieser Gegenüberstellung, welche anderen Dienste außerhalb von Haushalten (Produkte, Transport, Landwirtschaft, Beheizung anderer Räumlichkeiten etc.) zum ausgewiesenen Unterschied beitragen.

3. Das Verhalten von Stoffen in der Umwelt

Das Verhalten von Stoffen in der Umwelt ist unter zwei Gesichtspunkten zu sehen: (1) Der Bewertung der Auswirkungen einer chemischen Substanz auf die Umwelt, d.h. also auf Ökosysteme und die menschliche Gesundheit, und (2) Die Klärung der Einwirkung der Umwelt auf den Schadstoff.

Im vorliegenden Zusammenhang soll auf den ersten Punkt nur insoferne eingegangen werden, als auf die Kategorien der **Nährstoffe**, der **Zehrstoffe**, der **Giftstoffe** sowie der **Ballaststoffe** zu verweisen ist.

Bei Abklärung des zweiten Punktes taucht die Frage auf, wie man beim Versuch einer Beantwortung hier vorgehen könnte. Zwei Wege zeichnen sich dabei ab: (a) **Abschätzungen anhand substanzspezifischer Stoffeigenschaften** (d. h. also Dampfdruck, Löslichkeit, Henry-Verteilungsbeiwert, Lipophilie, Adsorbierbarkeit, chemische und biologische Umwandelbarkeit u.a.m., d. h. also ein Denkansatz aus der physikalischen Chemie), und (b) **Abschätzungen von Seite der Umweltbedingungen her** (Strömungen, Eigenschaften der Grenzflächen, Schwebstoffgehalt und Ausmaß der Sedimentation, Photosynthese und Nährstoffkreisläufe, Redoxverhältnisse, Gegenwart anderer Substanzen u.a.m.). Zusammengefaßt ist dies also ein Vorgehen typisch naturwissenschaftlicher Herkunft etwa von der Art und Weise, in der Ingenieure der Verfahrenstechnik an die ihnen gestellten Aufgaben herangehen.

Natürlich kann eine derartige Auffassung nicht für sich alleine bestehen. Nach wie vor sind **Felduntersuchungen**, aber auch **kontrollierte Experimente** unumgänglich. Wesentlich bei einer derartigen Auffassung erscheinen mir zeitökonomische Vorteile und in gewissem Umfang auch die

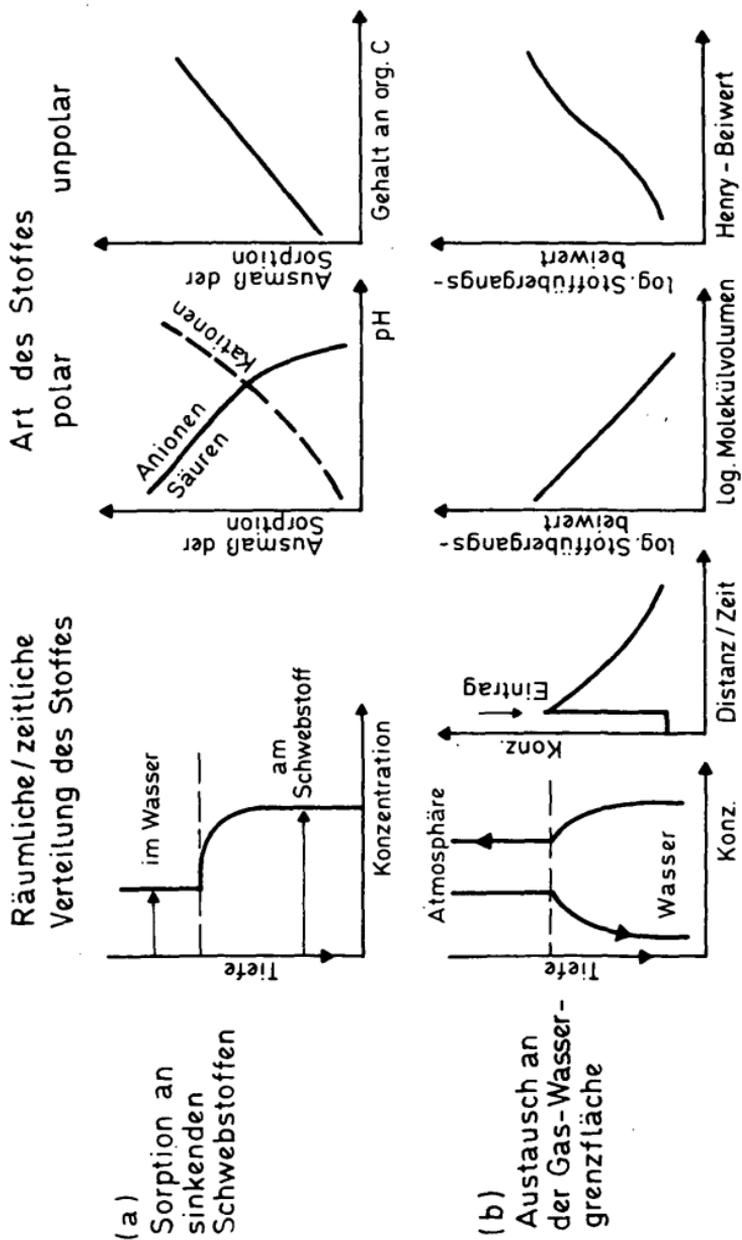
Möglichkeit der Vorhersage.

Wie sich verschiedene Stoffe in der Umwelt verhalten, kann in schematischer Darstellungsweise der Abbildung 1 entnommen werden. Zusammengefaßt ergibt sich:

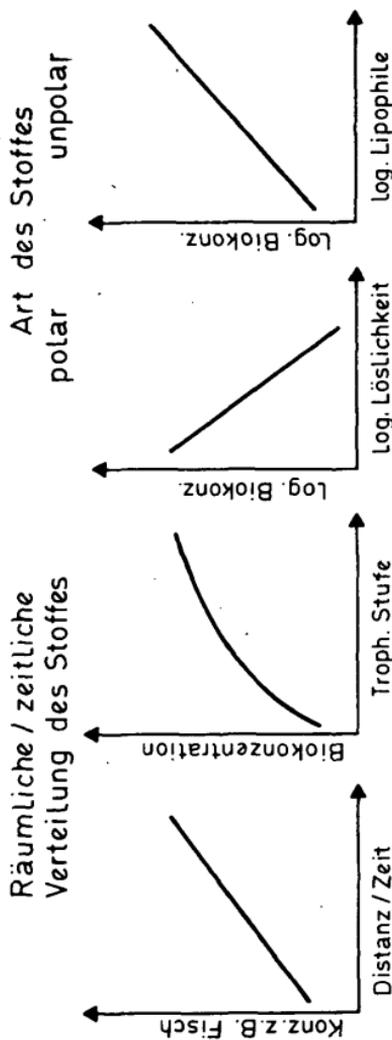
— Die in Gewässer eingeleiteten Stoffe bleiben nicht auf diese alleine beschränkt, wie auch Stoffe in der Luft und im Boden Auswirkungen auf die Gewässer haben.

Abbildung 1: Beispiele, wie die räumlich-zeitliche Verteilung von Umweltchemikalien von substanz- und systemspezifischen Veränderlichen abhängt (Quelle: W. STUMM et al., 1983).

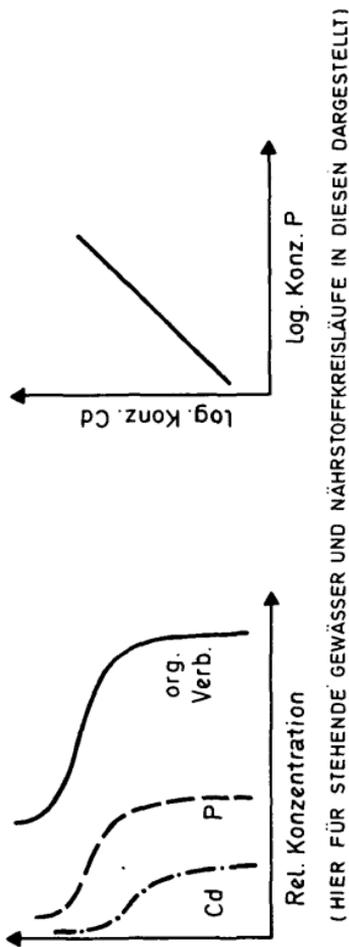
(a) Die Adsorption polarer Verbindungen zeigt verschiedene Abhängigkeiten vom pH-Wert, je nachdem, ob das Adsorbat ein Anion, eine Säure oder ein Kation ist. Bei unpolaren, lipophilen Verbindungen ist das Ausmaß der Adsorption vom Kohlenstoffgehalt der adsorbierenden Partikel abhängig. (b) Der Konzentrationsgradient an der Grenzfläche Wasser/Atmosphäre gibt an, in welche Richtung der Austausch flüchtiger Moleküle erfolgt. Der spezifische Übertragungsbeiwert hängt ab vom Henry-Koeffizienten, vom molaren Volumen der Substanz sowie von Systemkenngrößen wie Turbulenz usw. (c) Die Anreicherung einer Substanz in der Nahrungskette ist proportional zur Lipophilie und umgekehrt proportional zur Löslichkeit dieser Substanz. (d) Die Nährstoffe (einschließlich einiger Schwermetalle) werden in den der Biomasse entsprechenden Verhältnissen den lichtdurchfluteten Wasserschichten bei der Photosynthese entzogen, bei der respiratorischen Auflösung jedoch wieder an das dort anstehende Wasser zurückgegeben. (e) Der biologische Abbau erfolgt autokatalytisch; seine Schnelligkeit hängt ab von der Anfangskonzentration der auf das Substrat angepaßten Mikroorganismen. (f) Die chemischen und photochemischen Abbauvorgänge hängen ab vom pH-Wert, der Extinktion und dem Sauerstoffgehalt als den maßgebendsten Kenngrößen.



(c)
Bioakkumulation

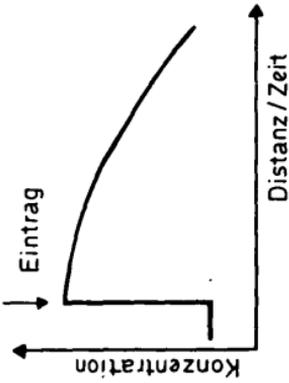


(d)
Teilnahme
an Nährstoff-
kreisläufen

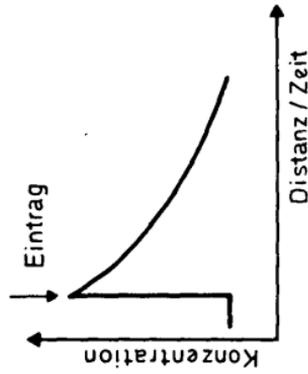
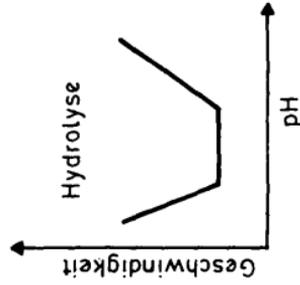


Art des Stoffes
polar unpolar

Räumliche / zeitliche
Verteilung des Stoffes



(e)
Biologischer
Abbau



(f)
Hydrolyse
Photolyse
Oxidation

— Unsere Gewässer sind heute zufolge von Menschen verursachten Eingriffen nicht mehr nur biologisch rasch umsetzbaren Stoffen und Nährstoffen, sondern auch Stoffen, die akut oder chronisch toxisch wirken können, ausgesetzt.

— Über das echte Ausmaß akuter oder chronischer Schädigungen wissen wir sehr wenig, doch macht uns das Waldsterben bewußt, daß die Einheit der Natur nur **einen Großversuch** im Sinne des wissenschaftlichen Experimentes zuläßt, und daß in diesem Punkt Vorsicht also ein unbedingtes Gebot darstellt.

4. Gewässerzustand und Gewässergüte

Der Begriff „Gewässergüte“, wie er in der Anwendung des Österreichischen Wasserrechtes heute verstanden wird, baut auf der Einteilung des Lebens in Gewässern anhand des „Saprobiensystems“ auf. (Saprobelle Lebewelt = Lebewelt, die sich von fäulnisfähiger organischer Substanz — d. h. biologisch rasch abbaubarer Substanz — ernährt).

Ein „Abwassermann“ wie ich hat dabei kennengelernt, daß zur Erhebung der „Gewässergüte“ — chemisch-physikalische Beobachtungen — biologische Beobachtungen (Vorkommen von Indikatororganismen), und u. U. auch

— bakteriologische Beobachtungen durchgeführt werden. Alle diese Beobachtungen erfahren dann eine sehr starke „Datenkomprimie-

rung", die sich in der Errechnung des „Saprobienindex" und der Bekanntgabe eines Wertes oder Wertepaares nach außen hin ausdrückt.

In den zurückliegenden Jahren wurde nun an der Handhabung einer derartigen Methodik zur Beurteilung der Zustände unserer Gewässer Kritik geübt. Die Punkte, auf die sich diese Kritik bezieht, sind

- die mangelnde Berücksichtigung hygienisch-bakteriologischer Belange;
- das Fehlen der vorstehend erwähnten akut oder chronisch wirkenden Giftstoffe;
- der Hinweis, daß die bisher geübte Praxis nicht nur eine Zustandserfassung ist, sondern mit ein Bewertungselement enthält.

In einer neueren Arbeit (H. GUETTINGER, 1982) wird anhand statistischer Methoden versucht, Querverbindungen zwischen den erhobenen chemisch-physikalischen und den biologischen Befunden herzustellen. Dabei wird darauf aufmerksam gemacht, daß heute im Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitung der Engpaß nicht mehr bei der Datenkomprimierung, sondern bei der adäquaten Auswertung der Befunde liegt. Aus den vorstehenden Ausführungen heraus halte ich den folgenden Vorschlag für gerechtfertigt:

Nennen wir möglichst vollständige Beobachtungssätze an chemischen, physikalischen, biologischen und bakteriologischen Daten **Gewässerzustände** und seien wir uns bewußt, daß die **Gewässergüte**

den Bezug auf ein Wertesystem beinhaltet. Diese Werte und die sie begründenden Wertungen können sich im Laufe der Zeit verändern, die einmal durchgeführten Beobachtungen bleiben jedoch festgelegt und uns erhalten, solange es darüber Aufzeichnungen geben wird.

5. Werte über die Belastung der Gewässer mit Schadstoffen.

5.1. Chemische Kenngrößen für einen unbelasteten, einen mäßig belasteten und einen stark belasteten Fluß

Vor Angabe des Vergleiches ist darauf zu verweisen, daß der pH-Wert des Regens selbst bei vollständigem Fehlen der Übersäuerung wegen des CO_2 in der Atmosphäre ungefähr 5,3 beträgt. Dieser pH-Wert löst in kristallinen Gebieten bei der Passage des Niederschlages in den Untergrund ungefähr $30 - 50 \text{ g m}^{-2}\text{a}^{-1}$ an Bodenmaterial, während in Gebieten mit Sedimentgestein ungefähr $250 - 400 \text{ g m}^{-2}\text{a}^{-1}$ in Lösung gehen. In der folgenden Tabelle 1 umfaßt dabei der erste Tabellenabschnitt diese eher geologisch bedingten Kenngrößen.

Tabelle 1: Vergleich chemischer Kenngrößen für Hinterrhein, Aare bei Bern und Glatt bei Rheinsfelden (Quelle: J. ZOBRIST, 1983).

	Hinterrhein	Aare, Bern	Glatt, Rheinsfelden	Dimension
Ca ⁺⁺	6,0	48	72	mg l ⁻¹
Mg ⁺⁺	0,5	4,4	15,1	mg l ⁻¹
Na ⁺	0,5	1,9	21	mg l ⁻¹
K ⁺	0,8	0,7	4,1	mg l ⁻¹
HCO ₃ ⁻	12	137	241	mg l ⁻¹
SO ₄ ⁻²	7	29	25	mg l ⁻¹
Cl ⁻¹	0,4	2,2	32	mg l ⁻¹
H ₄ ⁺ -N	0,03	0,025	0,30	mg l ⁻¹
NO ₃ -N	0,3	0,58	4,6	mg l ⁻¹
gesP	0,01	0,03	0,80	mg l ⁻¹
DOC	0,5	1,2	3,8	mg l ⁻¹
Pb	1	0,7	4,0	ug l ⁻¹
Cu	1	1,1	8,5	ug l ⁻¹
Zn	2	6	27	ug l ⁻¹
Cd	0,1	0,1	0,3	ug l ⁻¹
	Kristallines Gestein kaum belastet 50 Em ⁻³ s ¹	vorw. Sedi- mentgestein schwach belastet 1300 Em ⁻³ s ¹	vorw. Sediment- gestein stark belastet 30000 Em ⁻³ s ¹	kaum

Zusätzlich zur Tabelle ist noch zu ergänzen, daß die chemischen Kenngrößen in der stark belasteten Glatt nicht etwa das Fehlen biologischer Reinigungsstufen widerspiegelt, sondern die nach mechanisch-biologischen Reinigungsanlagen zur Entfernung des BSB₅ immer noch vorhandene menschengeschaffene Verschmutzung kennzeichnet.

5.2. Quellen an Schmutzstoffeinträgen

An Quellen an Schmutzstoffeinträgen sind zu nennen:

- Abwässer verschiedenster Art und unterschiedlichsten Reinigungsgrades
- Oberflächenabschwemmungen
- Stoffeinträge über die Atmosphäre

(a) Abwässer

Der Anfall an Schmutzstoffen in Abwässern ist der Tabelle 2 entnehmbar. Es handelt sich dabei um Abschätzungen sowohl für häusliches Schmutzwasser als auch Abwasser der Papier-Sulfitzellstofferzeugung (gebleichte Produktion); die Zahlen sind gute Richtwerte.

(b) Schmutzstoffeinträge von Oberflächenabschwemmungen

Der Eintrag an organischem Kohlenstoff ist im Vergleich zu Abwässern gering; gleiches gilt für die Stickstoffseite. Die Auswaschung von Stickstoffverbindungen kann jedoch bei ungünstiger landwirtschaftlicher Praxis sehr hoch sein. Der Eintrag an gesP (u.U. auch gelP) aus landwirtschaftlicher Bodennutzung kann sehr hoch sein. Im Einzugsgebiet des Neusiedlersees wird der durch Starkregen verfrachtete Anteil des gesP bezogen auf den Einsatz an gesP im Dünger mit mehr als 5 % abgeschätzt. Die Übertragung von Meßwerten vom einen auf ein anderes Einzugsgebiet erscheint mir schwierig und deswegen sehe ich von der Angabe von Zahlenwerten ab.

TABELLE 2: Schmutzstoffanteil in Abwässern nach unterschiedlichen technischen Maßnahmen
Abwasser der gebleichten Sulfit-
papierzellstoffherzeugung

Schmutzwasser aus Siedlungsgebieten

	Art der Reinigung				Art der Maßnahmen			
	keine C-Entfernung	Biologie C+N-Ent- fernung	Biologie C+N+P-Ent- fernung	Umwässern	keine	interne	Biologie	Dimension
BSD ₅	18	1,8	1,5	kg E ⁻¹ a ⁻¹	150.000	20.000	1.000	kg E ⁻¹ a ⁻¹
TOC	16	2,6	2,5	kg E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	kg E ⁻¹ a ⁻¹
DOC	1,8	0,8	0,8	kg E ⁻¹ a ⁻¹	160.000	21.000	30.000	kg E ⁻¹ a ⁻¹
gesN	4,4	0,7	0,7	kg E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	kg E ⁻¹ a ⁻¹
NH ₄ ⁺ N	2,5	0,3	0,3	kg E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	kg E ⁻¹ a ⁻¹
gesP	1,5	1,2	0,15	kg E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	kg E ⁻¹ a ⁻¹
Pb	4 - 18	1,4 - 6,3	geringer	g E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	—
Cu	2 - 18	0,4 - 3,6	als	g E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	—
Zn	7 - 55	2 - 16	neben-	g E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	—
Cd	0,2 - 11	0,08 - 0,44	stehend	g E ⁻¹ a ⁻¹	—	—	—	—

Erläuterung: Es handelt sich um gut abgesicherte Richtwerte; die Zahlen für die Schwermetalle schwanken von Einzugsgebiet zu Einzugsgebiet. Bezug auf ständige Einwohner bzw. Tonnen Erzeugungskapazität.

(c) Stoffeinträge über die Atmosphäre

Im Vergleich zu Stoffeinträgen in Abwässern sind die Einträge über die Atmosphäre i.a. wesentlich geringer. Dies gilt jedoch nicht oder sehr eingeschränkt für die flüchtigen Schwermetalle Blei, Chrom, Kadmium, Kupfer und auch für Zink.

5.3. Drei „Fallstudien“

(a) Phosphor

In Abbildung 2 sind über der Zeit die Zunahme der PO_4^{3-} -P-Gehalte und die Weltausbeute an Phosphatgestein aufgetragen. Die beiden Kurvenzüge sind nicht als linear gekoppelt interpretierbar, aber die Betrachtung beider soll darauf verweisen, daß hier eben doch wesentliche Koppelungen vorliegen.

(b) Schwermetalle

Die jährlichen Wachstumszyklen in den Seen unserer Breiten lassen jährliche Schichten von Seesediment entstehen, in dem gemäß Abschnitt 3 auch Schwermetalle mit enthalten sein müssen. Läßt sich nun durch Bohrungen, Analyse des Sedimentmaterials aus verschiedenen Tiefen und Alterskartierung der Sedimentschichten eine Zuordnung erreichen, so kann man Aufschlüsse über zeitliche Veränderungen im Abstoß an Schwermetallen gewinnen. Die in Abbildung 3 aufgetragenen Werte lassen erkennen, daß erste Umweltschutzmaßnahmen bei Kadmium, Kupfer und Zink „gegriffen“ haben (Stand mit ungefähr 1980), während

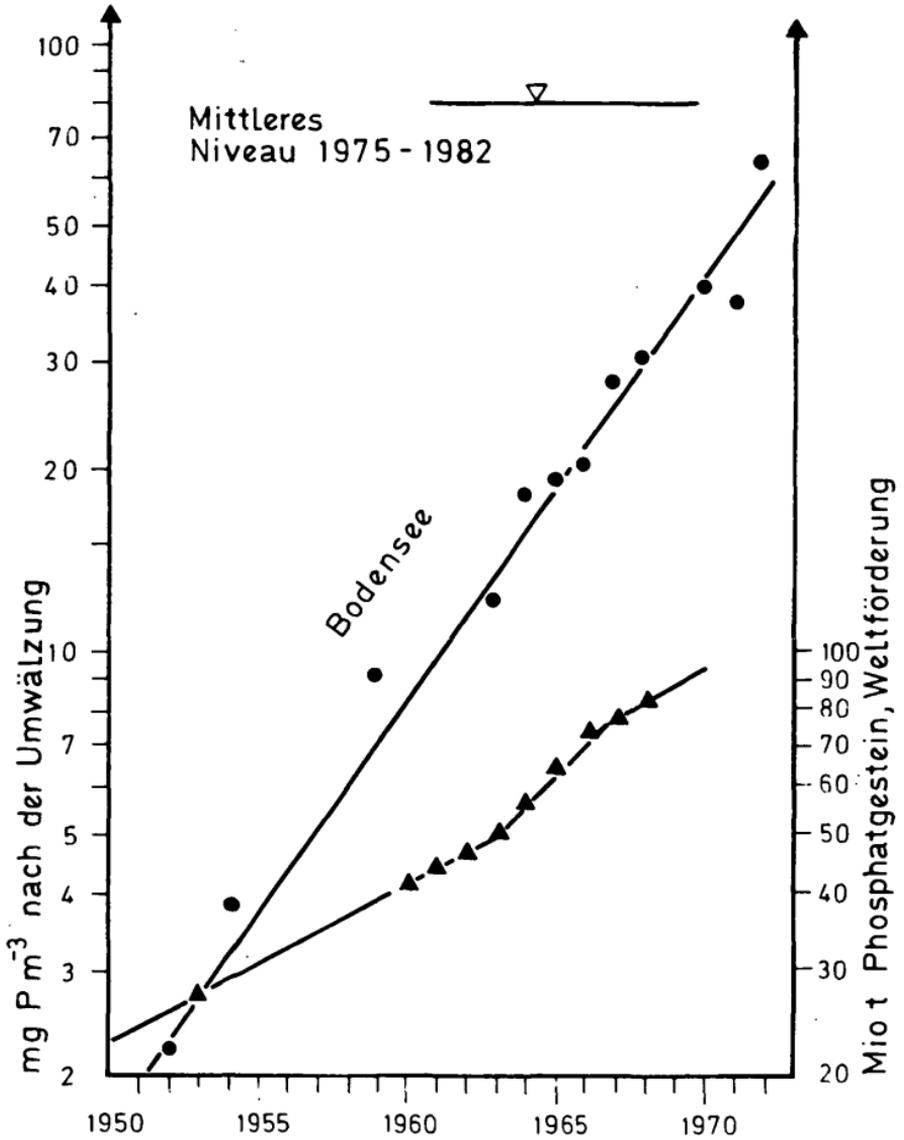


ABB. 2: ZUNAHME DER WELTFÖRDERUNG AN PHOSPHATGESTEIN UND DER KONZENTRATION AN PHOSPHOR IM BODENSEE NACH DER VOLLDURCHMISCHUNG (QUELLE: W. STUMM et al., 1980)

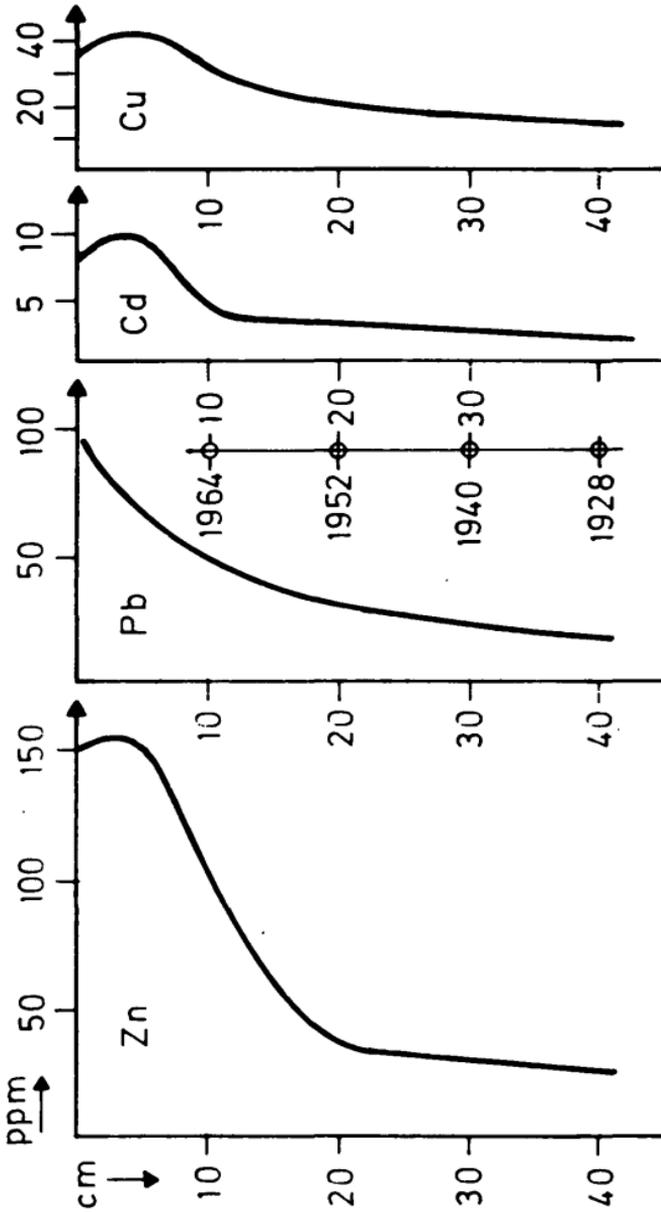


ABB. 3 : SCHWERMETALLGEHALT IN SEDIMENTPROFILIEN DES GREIFENSEES
(SCHWEIZ) (QUELLE : J. ZOBRIST, 1983)

bei Blei noch Maßnahmen eingeführt werden müssen. Metalle, die durch einen stark angestiegenen Verbrauch umweltbelastend wurden, sind die beiden in entsprechenden Mengen lebensnotwendigen (essentiellen) Metalle Kupfer und Zink sowie die nicht essentiellen Schwermetalle Blei, Kadmium und Quecksilber. Daß die Schwermetalle Blei, Kupfer und Zink schon in vergleichsweise geringen Konzentrationen Veränderungen in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften künstlicher Bäche hervorrufen, wurde von K. WUHRMANN und Mitarbeitern gezeigt. Ähnliches gilt für das Seeexperiment MELIMEX der EAWAG (R. GÄCHTER).

(c) Organische Kohlenstoffverbindungen

Wegen der 1975 verabschiedeten Durchführungsverordnung zum Schweizerischen Gewässerschutzgesetz, die als Qualitätsziel im Gewässer einen Wert von $2,0 \text{ mg DOC l}^{-1}$ festlegte, werden nun im Rahmen des hydrographischen Dienstes der Schweiz in regelmäßigen Abständen an ausgewählten Meßpegeln Wasserproben auch auf den DOC hin analysiert (DOC = **d**issolved **o**rganic **c**arbon). Die in den Jahren 1980 und 1981 ermittelten Werte von 13 Pegeln sind in Abbildung 4 über der „Belastung“ des Einzugsgebietes ausgedrückt als Einwohner (E) pro mittleren Jahresdurchfluß (m^3s^{-1}), bzw. in zusammengezogener Dimension $\text{E m}^{-3}\text{s}^1$, aufgetragen. Bei der Betrachtung der Abbildung ist

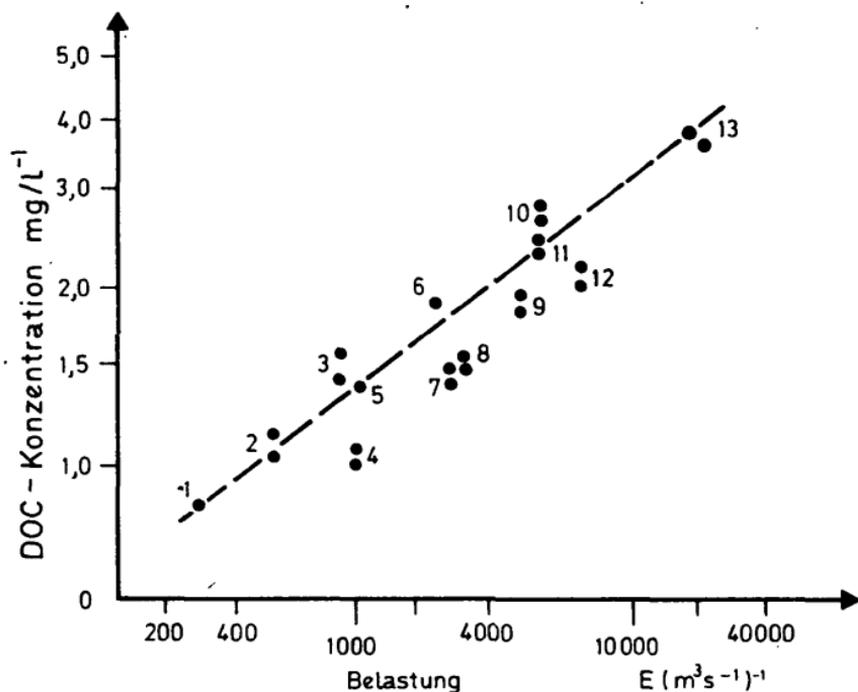


ABB. 4: DER DOC IN FLIESSGWÄSSERN IN ABHÄNGIGKEIT DER BELASTUNG (QUELLE: J. ZOBRIST, 1983)

Erläuterungen :

- 1 Inn Martinsbruck
- 2 Tessin Riazzino
- 3 Rhein Schmitter
- 4 Rhône Porte du Scex
- 5 Aare Bern
- 6 Reuss Mellingen
- 7 Rhone Chancy
- 8 Aare Hagneck
- 9 Rhein Rekingen
- 10 Aaare Brugg
- 11 Rhein Village - Neuf (Unterhalb Basel)
- 12 Limmat Baden
- 13 Glatt Rheinsfelden
- x 1980 oder 1981 keine Messungen

TABELLE 3: Kennzahlen zum Frachtenabstoß in Österreich (BSB_5 , COD_{nb}) (Quelle: H. Fleckseider, 1984)

1984	Rohanfall		Nach innerbetrieblichen Maßnahmen		Nach biologischer Reinigung	
	BSB_5	COD_{nb}	BSB_{nb}	COD_{nb}	BSB_5	COD_{nb}
Zellstoff/Papier	1400	2800	480	740	470	740
Nahrungsmittel	600	20	400	20	180	20
Sonstige Industrie	320	80	320	80	150	80
Haushalte	480	50	480	50	240	50
Österreich	2800	2950	1680	890	1040	890

Zahlenwerte in $t \cdot d^{-1}$ BSB_5 = Kenngröße, die das Wachstumspotential heterotropher Organismen COD_{nb} = Kenngröße, die die biologisch langsam bis nicht unwandelbare organische Verschmutzung kennzeichnet

die doppellogarithmische Darstellung zu beachten. Da es sich um vergleichsweise große Flußeinzugsgebiete handelt und da der Unterschied im Vorhandensein biologischer Reinigungsanlagen nicht allzu groß ist, so stellt Abbildung 4 jenen Anteil des DOC dar, der als biologisch schlecht bis nicht abbaubar zu bezeichnen ist. Welche Auswirkungen diese so summarisch erfaßte Kenngröße hat, wird uns wahrscheinlich in den kommenden Jahren noch beschäftigen.

5.4. Abschätzungen zum Frachtenabstoß an organischen Kohlenstoffverbindungen in Österreich

In Tabelle 3 sind Werte für den abgeschätzten Frachtenabstoß (BSB_5 , COD_{nb}) enthalten, wobei die Kenngröße COD_{nb} die Menge an chemischen Sauerstoffverbrauch für die biologisch langsam bis nicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen kennzeichnen soll.

Der Begriff „Rohanfall“ in Tabelle 3 kennzeichnet die Situation des Schmutzstofffrachtenabstoßes vor jeglicher, auch prozeßtechnischer (= innerbetrieblicher) Maßnahme, während ich der Ansicht bin, daß der Begriff „Biologische Reinigung“ nicht weiter erläutert werden muß.

Aus der Tabelle 3 ist folgendes ableitbar, was auch durch die hier nicht dargestellte Karte der Gewässergüte bestätigt wird:

- Aus dem Vergleich „Zustand nach innerbetrieblichen Maßnahmen“ und „Zustand nach biologischer Reinigung“ ist zu ersehen, daß
- bei den Abwässern aus Haushalten (einschließlich Dienstleistungsbereich und Kleingewerbe), der Nahrungsmittelbearbeitung und der sonstigen Industrie ungefähr die Hälfte der anfallenden BSB₅-Frachten einer biologischen Reinigung unterworfen werden.
- die im Bereich der Zellstoff- und Papiererzeugung anfallenden BSB₅-Frachten bisher praktisch überhaupt nicht einer biologischen Reinigung unterworfen werden.
- Der Vergleich zwischen „Rohanfall“ und „Zustand nach innerbetrieblichen Maßnahmen“ zeigt, daß diese überwiegend in der Zellstoffherzeugung greifen. Bei der Beurteilung der Situation muß man sich jedoch darüber im klaren sein, daß die Basis dieser Darstellung der verfahrenstechnische Urzustand der Zellstoffkochung ist, bei dem ungefähr die Hälfte des Holztrockengewichtes, das als Hackschnittel in die Kocher gefüllt wird, die Erzeugungsstätte als flüssigen Abfall verläßt. Dieser Zustand ist zur Zeit noch (Jahresende 1984) bei vier von sieben Sulfitzellstoffwerken bzw. von insgesamt zehn Zellstoffwerken gegeben; es handelt sich dabei um Werke mit einer abgeschätzten Tageserzeugung an Zellstoff von ungefähr 500 Tonnen, während die Tageserzeugung aller österreichischen Zellstoffwerke bei ungefähr 3600 Tonnen liegt. Wird jedoch

eine moderne Zellstoffabrik, in der die bei der Kochung in Lösung gegangene Holztrockensubstanz weitgehend ausgenützt wird, als Basis herangezogen, so sind in der Zukunft nur wesentlich weniger wirksame prozeßtechnische Maßnahmen einsetzbar. Die Maßnahmenfolge „Erste innerbetriebliche Maßnahmen (Hochprozentige Ablaugenfassung mit Nutzung der Ablaugeninhaltsstoffe)“ gefolgt von der „Biologischen Reinigung“ und erst nach Durchführung dieser der Schritt „Verbesserung der innerbetrieblichen Maßnahmen“ war jenes Vorgehen, das von W.v.d. EMDE und Mitarbeitern in einem mit Jahresende 1972 abgegebenen Gutachten für die Oberste Wasserrechtsbehörde im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft vorgeschlagen worden war. Alle österreichischen Zellstoffabriken stehen an Standorten, bei denen die primäre Zuständigkeit nach dem Wasserrecht in den Bereich des jeweiligen Landeshauptmannes fällt. Der erste Schritt — hochprozentige Ablaugenfassung mit geregelter Ablaugenwirtschaft — wurde bisher bei drei der sieben Sulfitzellstoffabriken, die dies noch nicht hatten, durchgeführt. Die vorstehend genannten restlichen vier Werke sind ein mittelgroßes Werk mit ungefähr 220 Tonnen Tageserzeugung, während die restlichen Werke zur Zeit etwas über bzw. unter 100 Tonnen Tageserzeugung haben. International haben heutzutage wirtschaftlich arbeitende Zellstoffwerke Mindestkapazitäten von 500 Tagedestonnen, doch ist dieser

Wert höchstens als Richtschnur zu betrachten, von der aus Abweichungen nach beiden Seiten möglich sind. Von vier Zellstoffwerken wurden bisher in Wasserrechtsverhandlungen der Bau und Betrieb biologischer Reinigungsanlagen für Abwasserteilströme zugestanden. Diese Anlagen befinden sich in Planung bzw. bei einem Werk im Bau.

6. Möglichkeiten zur Sicherung der Wasser- güte

Unsere Frage nach dem Ausmaß der Umweltbeeinträchtigung durch uns Menschen ergab, daß wir unsere Umwelt zu unserem Vorteil tatsächlich in einem entsprechenden Ausmaß benutzen. Über das vorhandene Maß dieses Ausmaßes können wir jedoch vergleichsweise wenig sagen. Wir müssen erkennen, daß wir in den industrialisierten Staaten uns zu zwei Polen hingezogen fühlen, die man ungefähr mit den zwei folgenden Zitaten kennzeichnen kann:

Pol A (1. Kapitel der Schöpfung, Vers 28, Altes Testament)

„Seid fruchtbar und mehret Euch und füllet die Erde und macht sie Euch untertan und herrschet über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über alles Tier, das auf Erden krecht“. Sinngemäß wird dieser Pol A oft als Rechtfertigung dafür herangezogen, daß wir unsere Umwelt zu unserem Vorteile ausnutzen dürfen, und wenn wir

ehrlich uns gegenüber sind, dann erkennen wir auch, daß wir von der uns umgebenden Natur leben.

Zur Kennzeichnung des Poles B verwende ich eine Stelle aus dem Taote-king, die aus dem 4. Jahrhundert vor Christi Geburt stammt und aus einem Kulturkreis kommt, in dem stets die Frage nach dem goldenen Mittelweg gestellt wurde:

„Je mehr scharfe Waffen es gibt, desto unwissender wird das Land heranwachsen;

Je mehr geschickte Handwerker es gibt, desto mehr verderbenbringende Geräte werden sie erfinden;

Je mehr Gesetze verkündet werden, desto mehr Diebe und Räuber wird es geben;

Spanne den Bogen, so weit Du kannst, und Du wirst wünschen, Du hättest rechtzeitig eingehalten“.

In diesem Text wird also die Forderung ausgesprochen, sich der erforderlichen Begrenzung im Tun und damit auch in der Beanspruchung der Natur, von der wir leben, bewußt zu werden.

Von „grüner Seite“ wird heute immer mehr der Vorwurf erhoben, die „Technik“ und damit die „Techniker“ seien an der negativen Umweltbeeinflussung und fallweisen Umweltzerstörung alleine schuld, und das Wort „Techniker“ wird als Schlagwort zur Kennzeichnung von Menschen verwendet, die überhaupt nicht wissen, was sie eigentlich mit ihren Handlungen anrichten. Als Techniker, der seinen Beruf und damit auch sein Handwerk gerne

hat, halte ich eine derartige Pauschalverurteilung der Technik und der Techniker für falsch. Der Hinweis, daß sich die „Techniker“ in Zukunft jedoch besser überlegen müssen, welche Auswirkungen die von ihnen mitverursachten Schöpfungen haben, ist jedoch voll anzuerkennen.

Die fehlende Abwasserabfuhr zur Zeit der Industrialisierung hat im Zusammenwirken zwischen Hygienikern und Ingenieuren des Siedlungswasserwesens im vergangenen Jahrhundert dazu geführt, daß gewisse Zentralisierungen in der Trinkwasserversorgung und eine geordnete Abwasserableitung wesentlich zur Verbesserung der allgemeinen Volksgesundheit beitrugen. Wer etwas von der Stimmung der damaligen Zeit mitbekommen möchte, der lese dies in M. von PETTENKOFER (1891) nach.

Die Einführung der Abwasserableitung wurde jedoch bei Fehlen von Abwasserreinigungsanlagen mit einer je nach Situation mehr oder minder ausgeprägten Gewässerverunreinigung erkauft. Unterhalb von Wien muß somit auf einer gewissen Fließlänge der Donau die Güteklasse IV schon zur Zeit der wirtschaftlichen Blüte der Donaumonarchie vorhanden gewesen sein, und erst der Betrieb der Wiener Hauptkläranlage führte zu einer wesentlichen Besserung der Situation, trotz allfälliger gegenteiliger Aussagen in einer gewissen Boulevardpresse.

Ohne Abwasserableitung und Abwasserreinigung kommen wir nicht aus, aber dieses technische Gerüst der Abwasserableitung und Abwasserreinigung kann auch nur die Aufgaben, für die es geeignet ist, erfüllen. Wir brauchen also über die Abwasserableitung und Abwasserreinigung hinaus vorsorgende Maßnahmen, die in Bereichen, bei denen dieses technische Gerüst nicht wirken kann, zum Tragen kommen. Dies kann durch Gesetze und Verordnungen erfolgen, doch halte ich den Weg der Aufklärung von Zusammenhängen und der Weckung der Verantwortung beim einzelnen für wünschenswerter. Diese vorsorgenden Maßnahmen sollten die Reduzierung des Stoffüberganges an der Anfallstelle ins Abwasser, die Unterbindung von Einträgen an Stoffen mit akuter oder chronisch toxischer Wirkung sowie den Abstoß an Stoffen in der Art, daß sie leicht biologisch abbaubar sind, mit umfassen. Diese heutigen und künftigen Forderungen dürfen uns jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß zur Erstellung der Grundausrüstung an Abwasserableitung und Abwasserreinigung in Österreich noch sehr wesentliche Aufgaben vor uns liegen und daß auch diese nicht übersehen werden sollen.

Quellen:

- BAUER, L. et al. (1981): „11. Weltenergiekonferenz. München 1980 — Rückschau und Ausblick“. ÖIZ. **24**. 2. (68 - 74)
- CULETTO, F. et al. (1981): „Energieverbrauch und dessen Deckungsmöglichkeiten in Österreich bis zum Jahre 2000 —

- Chancen und Grenzen der Ölsubstitutionstechnologie".
ÖIZ, **24**, 2, (44 - 58)
- FLECKSEDER, H. (1984): **Gewässerschutz im Wandel der Zeit — Ziele und Maßnahmen zu ihrer Verwirklichung.** Habilitationsschrift an der TU Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen. Erscheint als Band der Wiener Mitteilungen — Wasser-Abwasser-Gewässer im Jahre 1985.
- GÄCHTER, R., und A. MARES (1979): „MELIMEX, an experimental Heavy Metal Pollution Study: Effects of increased Loads on Phytoplankton Communities". Schweiz. Z. Hydrol., **41**, (163 - 314)
- GUETTINGER, H., (1982): **Zusammenhänge zwischen physikalischen und chemischen Faktoren und Makroinvertebraten in Fließgewässern — Statistische Analyse der Rohdaten von Felduntersuchungen.** Diss. ETHZ Nr. 6952
- KORMONDY, E. J. (1969): **Concepts of Ecology.** Prentice-Hall.
- LOVELOCK, J. E. (1979): **GAIA — A new Look at Life on Earth.** Halstead Press, Wiley-Interscience.
- ODUM, H. T. (1971): **Environment, Power and Society.** Wiley-Interscience.
- PETTENKOFER, Max von (1891): **Zur Schwemmkanalisation in München.** Münchener Medicinische Abhandlungen, 5. Reihe, 1. Heft, J. F. Lehmann-Verlag.
- STUMM, W., unter Mitarbeit von R. KUMMERT und G. OSMAN-SIGG (1981): **Skriptum zur Vorlesung „Gewässerschutz und Umweltökologie".** ETH/EAWAG.
- STUMM, W., R. SCHWARZENBACH und L. SIGG (1983): „Von der Umweltanalytik zur Ökotoxikologie — ein Plädoyer für mehr Konzepte und weniger Routinemessungen". Angew. Chem. **95**, (345 - 355)
- WUHRMANN, K., und E. EICHENBERGER (1980): „Künstliche Bäche als Hilfsmittel der experimentellen Fließgewässerökologie". In: Vom Wasser, **54**, (1 - 18), Verlag Chemie, Weinheim

ZOBRIST, J., (1983): „Die Belastung der Gewässer mit Schadstoffen (Abwässer, Niederschläge, Oberflächen)“. Gas-Wasser-Abwasser (CH), **63**, (123 - 131)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hellmut Fleckseder
Universitätsdozent an der TU Wien
Bellevuestraße 29
1190 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [124](#) [125](#)

Autor(en)/Author(s): Kresser Hellmut

Artikel/Article: [Gewässergüte und ihre Sicherung. 49-79](#)