

JUNI/JUIN 1988 - EAWAG, 8600 DÜBENDORF, SCHWEIZ, SUISSE

DIE SCHICHTWEISE AUFWÄRTSDURCHSTRÖMTE AKTIVKOHLE- ADSORPTION ZUR ENTFERNUNG VON SPURENSTOFFVERUNREINIGUNGEN

Christoph Munz, Markus Boller, Jean-Louis Walther und Ralph Bland

1. EINLEITUNG

Die Gemeinde Porrentruy (JU) beabsichtigt die Karstquelle "Le Betteraz" zur Trinkwassergewinnung zu fassen. Die Rohwasserqualität unterliegt zeitweise grossen Schwankungen, insbesondere bezüglich dem suspendierten Feststoffgehalt und der Konzentration verschiedener chlorierter Kohlenwasserstoffe (Tabelle 1).

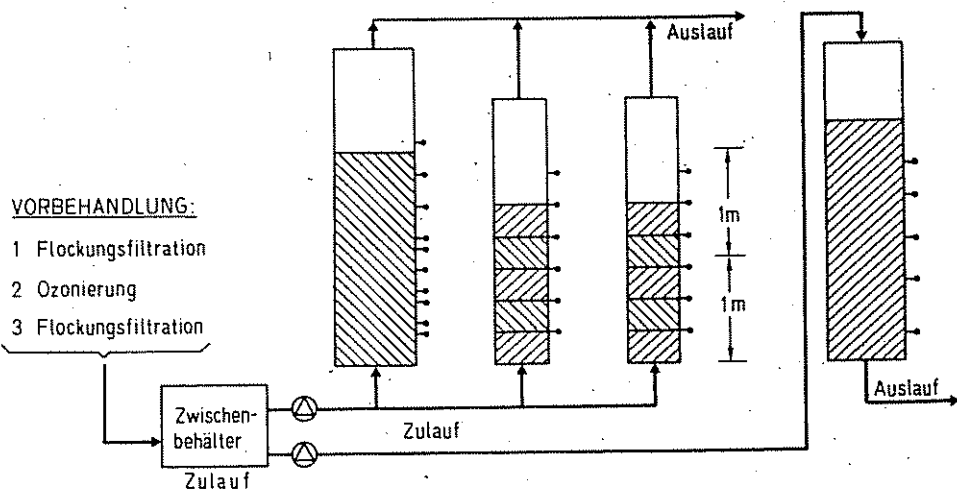
Die Aktivkohlefiltration hat sich zur Entfernung von Spurenstoffen bei der Oberflächenwasseraufbereitung bewährt und wird deshalb in den letzten Jahren in zunehmendem Masse auch für die Aufbereitung von Grundwässern eingesetzt [1].

Mit diesem Verfahren können insbesondere unerwünschte Spurenstoffe wie beispielsweise Pestizide, phenolartige Substanzen oder chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) entfernt werden.

2. PROBLEM- UND AUFGABENSTELLUNG

Jedes zur Trinkwasseraufbereitung genutzte Wasser enthält gelöste natürlich vorkommende Substanzen, die im Vergleich zu den Mikroverunreinigungen in deutlich höhe-

ren Konzentrationen vorliegen. Diese natürlichen Wasserinhaltsstoffe werden üblicherweise summarisch über die Bestimmung des gelösten organisch gebundenen Kohlenstoffs (Dissolved Organic Carbon = DOC) erfasst. Der DOC ist im Vergleich zu Spurenstoffverunreinigungen in der



	FESTBETT Aufwärtsdurchströmt AKF 1	SCHICHTWEISE Aufwärtsdurchströmt AKF 2	SCHICHTWEISE Aufwärtsdurchströmt AKF 3	FESTBETT Abwärtsdurchströmt AKF 4
Filtergeschwindigkeit, m/h	15	15	15	10
Filterdurchmesser, cm	28.5	19	19	28.5
Aktivkohletyp	TL 830	TL 830	F 100	F 200
AK-Korndurchmesser, mm	1.4	1.4	1.6	1.0
Schüttdichte, g/cm ³	0.43	0.43	0.50	0.50

Fig. 1

Schema der Pilotanlage Porrentruy zur
Aktivkohleadsorption.

Schéma du pilote d'adsorption sur charbon actif de
Porrentruy (page 10)

TABELLE I.

Zusammenfassung der über mehrere Jahre beobachteten Rohwasserzusammensetzung der Quelle "Le Betteraz", Porrentruy.

TABLEAU I.

Résumé de la composition de l'eau brute mesurée sur plusieurs années de la source "Le Betteraz" à Porrentruy.

PARAMETER	Minimum	Häufigster Wert valeur courante	Maximum	Paramètre
Temperatur °C	7	9	12	température
pH	6.4	6.9	7.1	pH
Gesamthärte °F	30.5	32	34.5	dureté totale
Trübung FTU	0.2	3	150	turbidité
Susp. Feststoffe mg/l	0.9	8	360	matières en suspension
DOC mg/l	0.7	1.8	5.5	DOC
TOC mg/l	1.2	3.5	7.3	TOC
UV (254nm) filt. m ⁻¹	1.3	3	19.5	UV (254 nm) filtré
Trichlorethen µg/l	0.7	19	90	Trichloréthylène
Tetrachlorethen µg/l	1.5	13	86	Perchloréthylène
1,1,1-Trichlorethan µg/l	0	0.3	12	1,1,1-Trichloréthane
Tetrachlorkohlenstoff µg/l	0	Spuren/Traces	1.1	Tétrachlorure de carbone

Regel schlechter an Aktivkohle adsorbierbar, so dass die Konzentrationsfront des DOC in Festbett-adsorbieren schneller in tiefere Filterschichten gelangt. Dies führt zu einer Vorbelastung der Aktivkohle mit den organischen Wasserinhaltsstoffen, welche ihrerseits zu einer Abnahme der nutzbaren Kapazität der Aktivkohle für die Spurenstoffe mit zunehmender Filtertiefe führt. Bei der Auslegung von Aktivkohlefiltern zur Entfernung von chlorierten Kohlenwasserstoffen muss dementsprechend nicht nur die konkurrierende Adsorption zwischen den Spurenstoffen selbst und dem DOC, sondern auch die Voradsorption des Letzteren berücksichtigt werden. Um den unerwünschten Einfluss der

DOC-Vorbelastung auf das Adsorptionsverhalten von Spurenstoffen zu verringern und um dadurch gleichzeitig die Aktivkohle weitergehend für die Spurenstoffentfernung ausnützen zu können, wurde von Baldauf [2] der Einsatz von "absatzweise im Gegenstrom arbeitenden Fliessbettreaktoren" vorgeschlagen. Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden in Porrentruy Versuche an einer halotechnischen Anlage zur Untersuchung dieser Fahrweise, im folgenden *schichtweise aufwärtsdurchströmte Aktivkohle-adsorption* genannt, durchgeführt und dessen Anwendung auf dem Gebiet der Trinkwasseraufbereitung im Vergleich zu Festbettadsorbieren beurteilt.

3. BESCHREIBUNG DER PILOTVERSUCHE

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, wurden zwei schichtweise aufwärtsdurchströmte Aktivkohlefilter im Parallelbetrieb mit je einem aufwärts- und einem abwärtsdurchströmten Festbettadsorber verglichen. Die Versuchsbedingungen und die eingesetzten Aktivkohletypen sind ebenfalls aus Fig. 1 ersichtlich. Das während der Versuchsperiode voraufbereitete Quellwasser war mit relativ niedrigen Mengen an chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW), nämlich durchschnittlich 17.2 µg/l Trichlorethen (TRI, identisch mit Trichlorethylen) und 12.3 µg/l Tetrachlorethen (PER) kontaminiert. Die mittlere DOC-Konzentration im Zulauf der Aktivkohlefilter betrug 1.4 mg/l. Für diese Untersuchung wurde ein Grenzwert von 5 µg/l als Summe von TRI und PER festgesetzt (nachfolgend als Gesamt-CKW bezeichnet). Die schichtweise aufwärtsdurchströmten Filter wurden wie folgt betrieben: Zuerst wurde eine 30 cm starke Schicht eingebracht. Bei Erreichen einer Auslaufkonzentration von 5 µg/l Gesamt-CKW wurde eine weitere 30 cm starke Aktivkohleschicht eingebracht. Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt bis die

KONZENTRATION (µg/l)

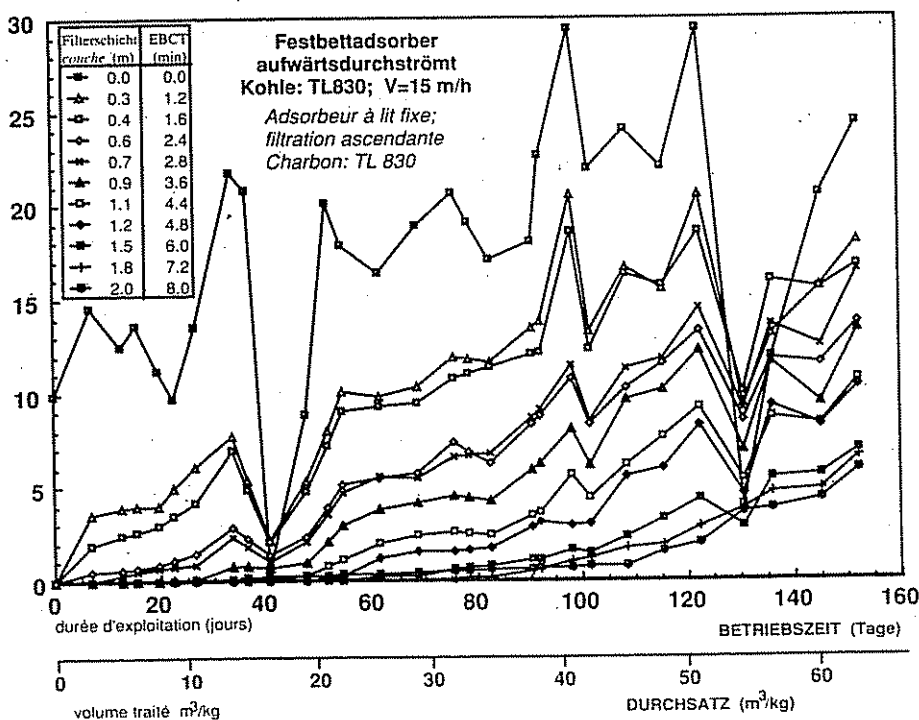


Fig. 2

Ganglinien der Konzentrationsprofile von Trichlorethen (TRI) im aufwärtsdurchströmten Festbettadsorber AKF1 (Kohle: TL830, 15ml/h)
Courbes de profils de concentration en trichloréthylène (TRI) pour l'adsorbeur ascendant à lit fixe AKF1 (Charbon: TL 830, 15 ml/h)

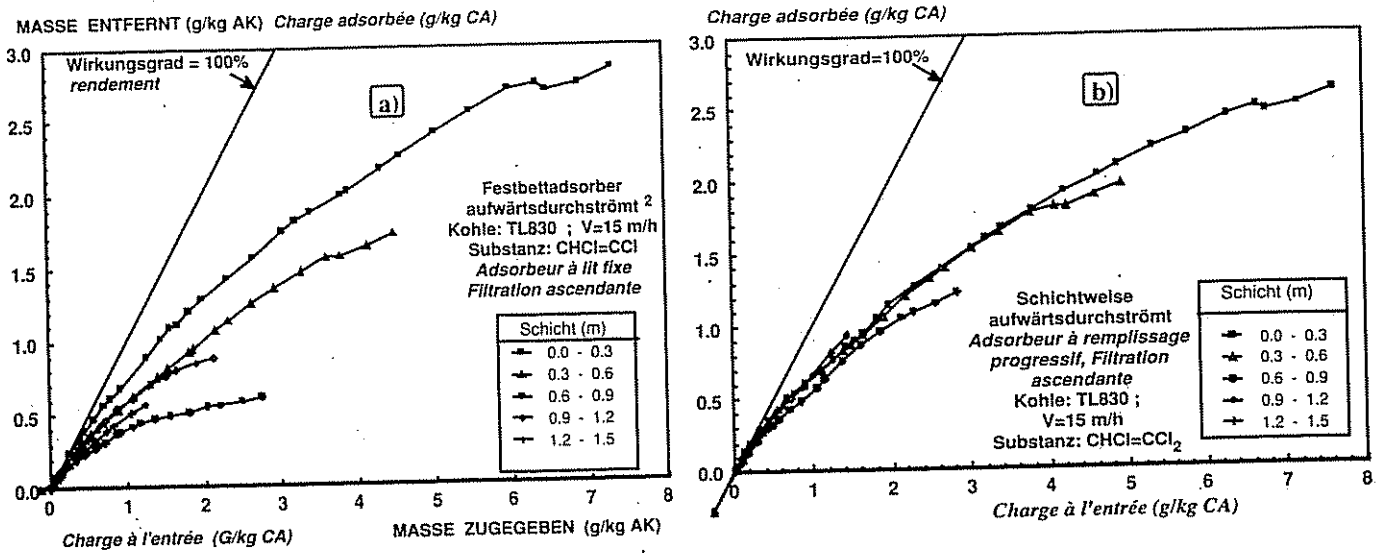


Fig. 3

Verlauf der Beladungen von Trichlorethen (TRI) in den einzelnen Schichten der aufwärtsdurchströmten Aktivkohlefilter (Kohle: TL830, 15ml/h); a) Festbettreaktor AKF1 b) Schichtartige Fahrweise (AKF2).

Evolution des charges adsorbées de trichloréthylène (TRI) dans les différentes couches des filtres à filtration ascendante au charbon actif: a) Adsorbteur à lit fixe AFK1, b) Adsorbteur à remplissage progressif AFK2

maximale Schütthöhe erreicht war. Bei allen Aktivkohlefiltern bestand die Möglichkeit in verschiedenen Filtertiefen Proben zur wöchentlichen Analyse zu entnehmen.

4. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

A) VERLAUF DER BELADUNGEN

Aus den gemessenen Ganglinien der Konzentrationsprofile der CKWs (Fig. 2) lassen sich die Beladungen der Aktivkohle für die beiden Spurenstoffe TRI und PER ermitteln. Figuren 3a bis 4b zeigen den Verlauf der Aktivkohlebeladungen von TRI, bzw. PER in den einzelnen Schichten des aufwärtsdurchströmten Festbettreaktors AKF1 und des mit der gleichen Kohle schichtweise aufwärtsdurchströmten Filters AKF2. Aufgetragen ist die spezifisch adsorbierte Spurenstoffmenge (g/kg AK) in Abhängigkeit von der gesamten spezifisch zugegebe-

nen Spurenstoffmenge. Die Gerade, welche einem Wirkungsgrad von 100% entspricht, ist ebenfalls eingezeichnet. Daraus ist ersichtlich, dass die erreichten Beladungen, sowohl für TRI wie auch für PER, in den einzelnen Schichten des schichtweise betriebenen Filters praktisch gleich sind (Figuren 3b und 4b). Im Gegensatz dazu weisen die erreichten Beladungen in den einzelnen Schichten des Festbettadsorbers (Figuren 3a und 4a) deutliche Unterschiede auf und sind, mit Ausnahme der ersten 30 cm starken Schicht, wesentlich kleiner als diejenigen des schichtweise betriebenen Adsorbers. Aus diesem direkten Vergleich (gleiche Aktivkohle und gleiche hydraulische Belastung) ist die signifikant bessere Ausnutzung der Aktivkohle in der zweiten und den nachfolgenden Schichten im schichtweisen Betrieb gegenüber dem Festbettbetrieb unverkennbar. Diese Unterschiede sind eindeutig auf die mit zunehmender Filtertiefe zunehmen-

de Wirkung der DOC-Vorbeladung im Festbettadsorber AKF1 zurückzuführen.

B) MODELLIERUNG DER DURCHBRUCHSKURVEN

Um das Verhalten der Aktivkohlefilter zu beschreiben und Grundlagen zur Dimensionierung der zukünftigen Trinkwasseraufbereitungsanlage zu erarbeiten, wurde das Modell "Homogeneous Surface Diffusion Model", HSDM, nach Hand et al. [3] verwendet.

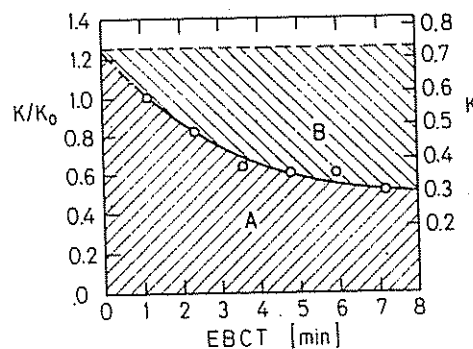
Im vorliegenden Stoffgemisch ist TRI schlechter an Aktivkohle adsorbierbar als PER, und kann somit als die kritische Komponente betrachtet werden. Die Durchbruchkurven von TRI im aufwärtsdurchströmten Festbettreaktor AKF1 können mit dem HSDM-Modell recht gut simuliert werden (Fig. 5). Dabei muss allerdings der Kapazitätsparameter K der Gleichgewichtsisotherme nach Freundlich [$q = K \cdot C^n$; wobei q = Spurenstoffkonzentration in der festen Phase oder Beladung (g/kg AK), C = Restkonzentration in der Wasserphase ($\mu\text{g/l}$), und n = substanzspezifische Konstante (-)], variiert werden.

Fig. 6 zeigt, wie sich der relative K -Wert mit zunehmender Filtertiefe erniedrigt und bezogen auf eine Filterschütthöhe von 30 cm (bzw. einer scheinbaren Aufenthaltszeit dieser Schicht, empty bed contact time = EBCT, von 1.2 min) einem asymptotischen Wert von $K/K_0 = 0.5$ zustrebt. Unter der Annahme, dass der Adsorbter bis zur vollständigen Erschöpfung

Fig. 6

Relative Abnahme der berechneten Freundlich K -Werte mit zunehmender scheinbaren Aufenthaltszeit, EBCT, (bzw. mit zunehmender Filtertiefe) im aufwärtsdurchströmten Festbettadsorber AKF1.

Diminution relative des constantes de Freundlich, K calculées en fonction du temps de contact EBCT (respectivement en fonction de la profondeur du filtre) dans l'adsorbteur à lit fixe en filtration ascendante



Fortsetzung Seite 6

LA FILTRATION ASCENDANTE À REMPLISSAGE PROGRESSIF DE CHARBON ACTIF EN VUE DE L'ÉLIMINATION DE MICROPOLLUANTS

Christoph Munz, Markus Boller, Jean-Louis Walther et Ralph Bland

1. INTRODUCTION

La commune de Porrentruy (JU) envisage de capter la source karstique "Le Betteraz" pour son alimentation en eau potable. La qualité de l'eau de source subit périodiquement de grandes variations, surtout en ce qui concerne les matières en suspension et la concentration de divers composés organochlorés (tableau 1). La filtration sur charbon actif pour l'élimination de micropolluants des eaux de surface est indiquée et s'est développée ces dernières années également dans le domaine du traitement des eaux souterraines [1].

Au moyen de ce procédé plusieurs substances micropolluantes indésirables peuvent être retenues, en particulier les pesticides, des substances phénolées, ou des hydrocarbures chlorés.

2. PROBLÉMATIQUE

Chaque eau brute utilisée pour la préparation de l'eau potable contient des substances organiques naturelles dissoutes en quantité beaucoup plus importante que les micropolluants. Ces substances naturelles sont généralement quantifiées globalement par le biais de la mesure du

carbone organique dissout (DOC = Dissolved Organic Carbon). Le DOC est dans la règle moins adsorbable sur charbon actif que les micropolluants, de sorte que le front d'adsorption du DOC pénètre plus rapidement dans les couches profondes d'un filtre.

Cela conduit à une préadsorption des substances organiques naturelles précédant celle des micropolluants, provoquant ainsi une diminution de la capacité utile d'un filtre au charbon actif pour ces derniers. Cet effet de perte de capacité utile augmente avec la profondeur du filtre. Lors de la conception de filtres au charbon actif, il faut donc tenir compte, à part l'adsorption concurrentielle entre DOC et micropolluants, également de la préadsorption du DOC.

Afin de réduire l'influence négative de la préadsorption du DOC et ainsi d'augmenter l'efficacité des filtres au charbon actif, la mise en oeuvre de filtres à remplissage progressif de charbon actif en contre-courant a été proposé par le Dr Baldauf de l'Engler Bunte Institut de Karlsruhe [2]. Dans le cadre des essais pilotes à Porrentruy, ce mode d'exploitation a été testé en grandeur semi-industrielle. Les essais devaient permettre de juger de la possibilité d'exploiter un tel

système dans le traitement de l'eau potable, en alternative aux filtres conventionnels à lit fixe.

3. DESCRIPTION DES ESSAIS PILOTES

Le principe repose comme décrit dans la fig. 1, sur la comparaison de filtres ascendants à remplissage progressif avec des filtre parallèles à lits fixes, l'un étant ascendant, l'autre descendant. Les données du pilote d'essais, ainsi que les types de charbon actif utilisés sont également indiqués dans la fig. 1. Pendant la durée des essais, l'eau de la source était relativement peu chargée en hydrocarbures chlorés, 17.2 µg/l de trichloréthylène (TRI) et 12.3 µg/l de perchloréthylène (PER) en moyenne. La concentration limite admissible à la sortie des filtres a été fixée pour cette étude à 5 µg/l d'hydrocarbures chlorés (somme de TRI et PER). Les filtres ascendants à remplissage progressif ont été exploités de la manière suivante:

Une première couche de 30 cm a été mise en place. Après atteinte de la concentration limite admissible de 5 µg/l, une couche suivante de 30 cm a été ajoutée, et ainsi de suite jusqu'à une hauteur de couche totale de 150 cm. Des prises

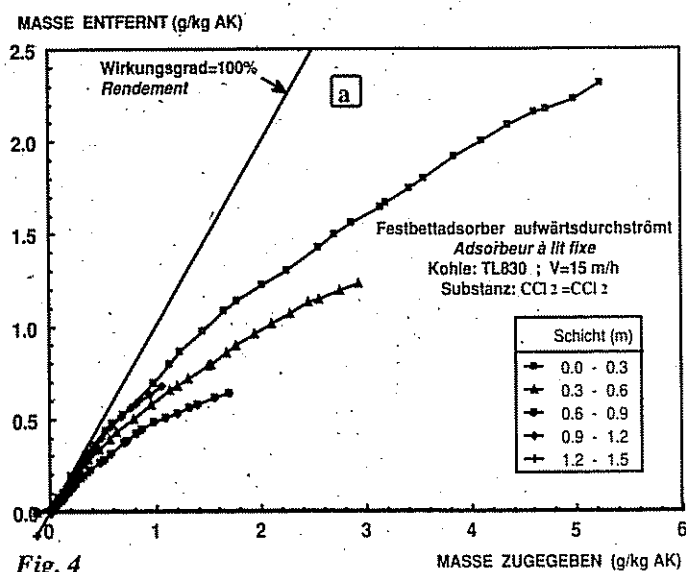
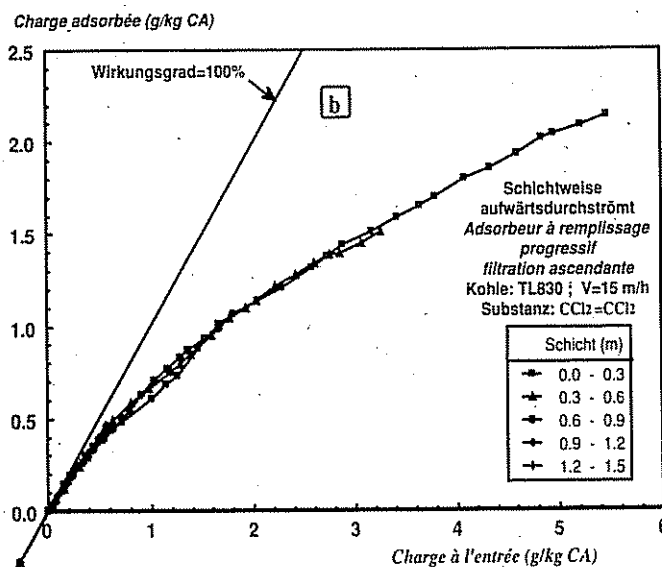


Fig. 4



Verlauf der Beladungen von Perchlorethylene (PER) in den einzelnen Schichten der aufwärtsdurchströmten Aktivkohlefilter (Kohle: TL830, 15ml/h);

a) Festbettreaktor AKF1

b) Schichtartige Fahrweise (AKF2).

Evolution des charges adsorbées de perchlorethylene (PER) dans les différentes couches des filtres à filtration ascendante au charbon actif (Charbon : TL 830, 15 ml/h)

a) Adsorbateur à lit fixe AFK1

b) Adsorbateur à remplissage progressif AFK2

TABELLE 2

Effektive Betriebszeiten und Durchsätze bei einer Auslaufkonzentration von 5 µg/l (Summe TRI und PER) und einer Gesamtschütthöhe von 1.5 m

TABEAU 2

Durées d'exploitation effectives et volumes d'eau traités jusqu'à une concentration admissible de 5 µg/l (somme TRI et PER) et une profondeur de lit totale de 1.5 m.

Filter	V _f †	EBCT°	Betriebszeit	Durchsatz	Spez.D'satz	Relative∅ Betriebszeit	Relativer∅ Durchsatz	Relativer∅ Spez.D'satz
Filtere.			durée d'exploitation	volume d'eau traité	volume spécifique	durée d'exploitation relative	volume traité relatif	volume spécifique relatif
	(ml/h)	(min)	(Tage)	m ³ H ₂ O / m ³ AK	m ³ H ₂ O / kg AK	(-)	(-)	(-)
AKF1	15	8.4	115	2.8*10 ⁴	64.2	1.00	1.00	1.00
AKF2	15	8.4	177	4.2*10 ⁴	98.8	1.54	1.54	1.54
AKF3	15	8.4	170	4.1*10 ⁴	81.6	1.48	1.48	1.27
AKF4	10	12.6	195	3.1*10 ⁴	62.4	1.70	1.13	0.97

• Siehe Fig. 1 für Aktivkohlefilterbezeichnung (AKFi)/ voir fig. 1 pour la dénomination des filtres AKFi
 † V_f = Hydraulische Belastung (m/h)/ V_f = charge hydraulique (ml/h)
 ° EBCT = Scheinbare Aufenthaltszeit (min)/ EBCT: temps de contact apparent (min)
 ∅ Relativ zum aufwärtsdurchströmten Festbettreaktor AKF1/ relatif à l'adsorbent à lit fixe ascendant AKF1

d'échantillons à diverses profondeurs de filtre ont permis de suivre analytiquement à une cadence hebdomadaire à semi-hebdomadaire, l'évolution des processus d'adsorption.

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

A) EVOLUTION DES CHARGES ADSORBÉES

Des courbes de concentration à différentes profondeurs (fig. 2), on peut tirer les charges adsorbées en TRI et PER pour chaque couche de charbon actif. Les figures 3a, b et 4a, b montrent l'évolution des charges adsorbées dans les couches du filtre ascendant à lit fixe AKF1 et du filtre de remplissage progressif AKF2 dotés les deux du même type de charbon. On a reporté les charges spécifiques adsorbées (g/kg CA = charbon actif) en fonction des charges spécifiques à l'entrée du filtre. La droite représentant un rendement de 100 % a été également reportée. Il ressort de ces figures que les charges adsorbées atteintes autant par TRI que PER dans les couches de filtres à remplissage progressif, sont pratiquement identiques (fig. 3b et 4b).

Au contraire dans le cas du filtre à lit fixe,

Fig. 5

Simulation der Durchbruchkurven von TRI im aufwärtsdurchströmten Festbettadsorber AKF1 nach dem Modell "Homogeneous Surface Diffusion Model" [2].

Simulation des courbes de percée de TRI pour l'adsorbent ascendant à lit fixe AKF1 selon le modèle HSDM [2].

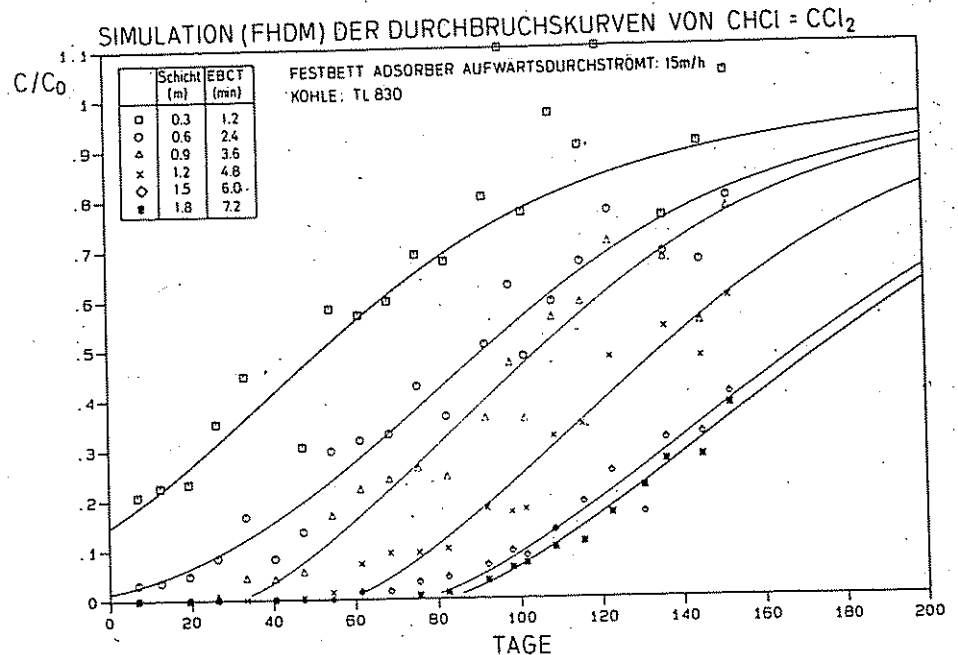
les charges adsorbées atteintes montrent des divergences pour chaque couche et sont à l'exception des premier 30 cm bien inférieures à celles de l'autre type de filtres. On peut dire en comparant directement les deux types de filtres (même charbon, même charge hydraulique) qu'un meilleur rendement est fortement marqué dès la deuxième couche en ce que concerne les filtres à remplissage progressif, par rapport à l'autre type. Ces différences sont provoquées par les effets de préadsorption du DOC dans les couches profondes du filtre à lit fixe.

B) MODÉLISATION DES COURBES DE PERCÉE

Afin de décrire le comportement des filtres à charbon actif et d'établir des bases

de dimensionnement pour les installations futures de traitement, le modèle "Homogeneous Surface Diffusion Model" HSDM selon Hand et al [3] a été employé.

Dans le mélange présent lors des essais, la composante TRI est moins adsorbable que la composante PER. La composante TRI peut être donc considérée comme celle qui est critique. Les courbes de percée de TRI dans le filtre à lit fixe AKF1 peuvent être relativement bien simulées avec HSDM (fig. 5). A cet effet, il faut varier le paramètre de capacité K de l'isotherme d'équilibre de Freundlich (q = K.Cⁿ; q = concentration du micropolluant dans la phase solide, ou charge adsorbée en g/kg CA, C = concentration résiduaire dans la phase liquide en µg/l, et n = constante spécifique à la substance.



fung der Aktivkohle betrieben wird, ist die Summe der in Fig. 6 gekennzeichneten Flächen A und B proportional zur Adsorptionskapazität der Aktivkohle. Daraus ist erkennbar, dass sich in einem Festbettreaktor die Kapazitätseinbusse der Aktivkohle $B/(A+B)$, welche auf die DOC-Voradsorption zurückzuführen ist, mit zunehmender Filtertiefe prozentual vergrößert.

La fig. 6 montre comment la valeur relative de K diminue avec la profondeur du filtre et tend à une valeur asymptotique de $K/K_0 = 0.5$. K_0 est déterminée pour une couche de 30 cm correspondant à un temps de contact de 1.2 minutes (EBCT = empty bed contact time). En admettant l'hypothèse que l'adsorbent est exploité jusqu'à épuisement total de sa capacité, la somme des surfaces A et B de la fig. 6 est proportionnelle à la capacité d'adsorption du charbon actif. Il résulte de cette figure que dans un filtre à lit fixe, la réduction de la capacité d'adsorption $B/(A+B)$, qui est à mettre sur le compte de la préadsorption du DOC, croît proportionnellement avec la profondeur du filtre.

c) COMPARISON DES RENDEMENTS DES FILTRES ÉTUDIÉS

Le tableau 2 représente les rendements atteints par les quatre filtres à charbon actif. Selon ce tableau, on atteint à Porrentruy, avec le système de filtration ascendant à remplissage progressif dans les mêmes conditions d'exploitation 15 m/h, 1.5 m de couche totale, et pour une concentration limite admissible à la sortie du filtre du 5 µg/l d'hydrocarbures chlorés, des volumes d'eau traitée qui sont environ 50 % plus élevés que ceux d'un filtre à lit fixe. Cela correspond à une fréquence de réactivation du charbon de 33 % environ plus petite. Puisque la réactivation est une partie importante des coûts d'exploitation d'un filtre au

c) LEISTUNGSVERGLEICH DER UNTERSUCHTEN AKTIVKOHLEFILTER

In Tabelle 2 werden die erreichten Leistungen der vier Aktivkohlefilter verglichen. Demnach werden in Porrentruy mit der schichtweisen Aufwärtsfiltration bei gleichen Betriebsbedingungen (15 m/h), 1,5 m Gesamtschütthöhe und bei einer Auslaufkonzentration von 5 µg/l Gesamt-CKW), Durchsätze erreicht,

charbon actif, des économies substantielles peuvent être réalisées. Par la mise en oeuvre de couches plus importantes que celles atteintes à Porrentruy, on peut attendre des rendements encore meilleurs.

5. CONCLUSIONS

Lors des études entreprises à Porrentruy, il a été montré que l'influence négative d'une préadsorption de DOC sur l'adsorption de micropolluants était de même importance que l'adsorption concurrentielle des micropolluants et de substances organiques naturelles. Alors que l'adsorption concurrentielle ne peut être quasiment pas influencée par la technique de procédé, la filtration ascendante à remplissage progressif de charbon actif offre la possibilité réelle et économique de réduire l'effet de préadsorption du DOC. Ce procédé est en particulier adéquat à un traitement d'eau de source chargée en micropolluants et dont les variations en concentration sont importantes.

Les études accomplies sur la station pilote de Porrentruy représentent une innovation en matière de traitement des eaux, car cette forme de filtration à remplissage progressif n'a pour l'instant pas été encore pratiquée sur de grandes installations. L'installation future de traitement des eaux du "Betteraz" à Porrentruy comprendra un tel traitement.

die um ca. 50% höher sind als diejenigen der herkömmlichen Festbettadsorber. Dies entspricht vergleichsweise einer um ca. 33% geringeren Häufigkeit in der Regenerierung und daher auch der Menge der zu regenerierenden Aktivkohle. Da die Regeneration einen wesentlichen Anteil der gesamten Betriebskosten bei der Aktivkohleadsorption darstellt, können dadurch deutliche Kosteneinsparungen erreicht werden. Durch den Einsatz von grösseren Gesamtschütthöhen dürf-

Fortsetzung auf Seite 10

- [1] Sontheimer, H., et. al.: Adsorptionsverfahren zur Wasserreinigung. DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe, 1985.
- [2] Baldauf, G.: Einfluß natürlicher organischer Wasserinhaltsstoffe auf die Adsorption von Spurenstoffen in Aktivkohlefiltern. Vom Wasser, 67, 11-21, (1986).
- [3] Hand, D.W., Crittenden, J.C., und Thacker, W.E.: Simplified Models for Design of Fixed-Bed Adsorption Systems. J. Environ. Eng., 110 (2), 440-456, (1984).



Dipl. Ing.
Jean-Louis
Walther, Hofmann, Robadey et Walther SA, Pré Tavanne 4, CH-2900 Porrentruy (Coauteur et traduction).

Après ses études en génie rural à l'EPFZ, Mr. Walther s'est spécialisé dans le domaine de l'eau. Dans le cadre du projet d'alimentation en eau de la ville de Porrentruy il s'est occupé à la synthèse de la chaîne de traitement des eaux de la source "Le Betteraz".

DIE AUTOREN/LES AUTEURS

Dr. Ing. Christoph Munz,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter für physikalisch-chemische Verfahren an der Abteilung für Ingenieurwissenschaften.



Dr. Ing. Markus Boller,
Leiter der Gruppe Verfahrenstechnik der Abteilung für Ingenieurwissenschaften der EAWAG



Dipl. Ing. Ralph Bland; Hofmann, Robadey et Walther SA, Pré Tavanne 4, CH-2900 Porrentruy. Mr. Bland,

diplômé de l'Université de Strathclyde à Glasgow, est employé depuis 1985 au bureau HRW. De janvier 1986 à juin 1987 il a exploité le pilote de Porrentruy.

UMWELTNATURWISSENSCHAFTEN - EIN NEUES DIPLOMSTUDIUM AN DER ETH

Dieter Imboden und René Schwarzenbach

Im Herbst letzten Jahres begann an der ETH Zürich für rund 130 Studierende (darunter 25 Studentinnen) und etwa zwei Dutzend Dozenten und Assistenten eine neue Ära: Aufgrund eines Beschlusses des Schweiz. Schulrates vom 20. Mai 1987 wurde an der Abteilung X für Naturwissenschaften unter der Bezeichnung B1 eine neue Studienrichtung mit dem ambitionierten Namen *Umweltnaturwissenschaften* ins Leben gerufen. Statt der 20 bis 30 erwarteten Studierenden schrieben sich im Laufe des Spätsommers weit über hundert für den neuen Studiengang ein, ohne dass bei andern Studienrichtungen ein Rückgang von Eintritten verzeichnet wurde. Ein Modetrend und Strohfeuer - oder das Resultat eines zu lange aufgestauten Bedürfnisses? Noch weiss niemand, wie das Experiment ausgehen wird, aber immerhin sind nach dem ersten Semester noch immer fast alle dabei, die im letzten Herbst dieses äusserst anspruchsvolle Studium begonnen hatten.

DIE VORGESCHICHTE

Bevor dieses erste Semester beginnen konnte, waren unzählige Diskussionen und Sitzungen nötig gewesen und manches Blatt Papier vollgeschrieben worden. Die ersten Ideen zu einem umweltorientierten Studium gehen eigentlich auf das von Prof. H. Leibundgut im Jahre 1970 organisierte ETH-Symposium "Schutz unseres Lebensraum" zurück, welches seinerseits aufgrund einer Kleinen Anfrage an den Bundesrat von Nationalrat J. Bächtold betreffend die Ausbildung in Oekologie an der ETH zustande gekommen war. Manche guten Ansätze verirrten sich danach auf den verschlungenen Pfaden der ETH-Politik. Erst im Herbst 1985, als der damalige Vorsteher der Abteilung X, Prof. *Theo Koller*, zusammen mit unserem EAWAG-Direktor, Prof. *Werner Stumm*, eine neue Initiative lancierte, kam die Sache schliesslich ernsthaft ins Rollen. Nicht zuletzt ausgelöst durch die Hayek-Studie begann sich zu jenem Zeitpunkt eine ganze Reihe von Umwelt-Lehrgängen an der ETH abzuzeichnen, nämlich je ein naturwissenschaftlich und ingenieurwissenschaftlich ausgerichtetes Diplomstudium, ein die

ganze ETH betreffendes Nachdiplomstudium und ein Nebenfach "Umwelt". Aufgrund einer ersten Konzept-Skizze setzte Prof. Koller im Februar 1986 eine kleine, aus Angehörigen verschiedener Disziplinen bestehende Arbeitsgruppe ein, die den Auftrag erhielt, einen konkreten Plan für eine neue Studienrichtung "*Umweltnaturwissenschaften*" an der Abteilung X auszuarbeiten. Die Gruppe machte sich unverzüglich an die Arbeit, führte zahllose Diskussionen und Gespräche mit Dozenten verschiedener Abteilungen sowie mit Studenten der ETH und präsentierte dann bereits im Juli 1986 an einer ausserordentlichen Abteilungskonferenz einen ersten Vorschlag für das neue Studium. Nach dem grundsätzlichen Ja der Konferenz zu den präsentierten Ideen wurden die Details für das Grundstudium (1. bis 4. Semester) erarbeitet; diese verabschiedete die Abteilung im Februar 1987 zusammen mit dem Diplomprüfungsreglement. Es gelang sogar, die Termine so einzurichten, dass der Schweizerische Schulrat den neuen Studienplan noch rechtzeitig auf das Wintersemester 1987/88 in Kraft setzen konnte. Gleichzeitig trat auch der

revidierte Studienplan der bereits seit einigen Jahren bestehenden Richtung B4 (Umwelphysik) in Kraft, der von seiner neuen Konzeption her bestens dazu geeignet sein dürfte, die Umweltnaturwissenschaften durch eine Studienrichtung mit vertiefter mathematischer und physikalischer Ausbildung zu ergänzen.

ZIEL UND AUFBAU DER STUDIENRICHTUNG UMWELTNATURWISSENSCHAFTEN

Das Studium in Umweltnaturwissenschaften soll jenes Wissen vermitteln, welches für das Verständnis der in der Umwelt ablaufenden Prozesse nötig ist. (Im Gegensatz dazu wird das in Vorbereitung stehende Studium des Umweltingenieurs hauptsächlich dem Problem der Behebung bzw. Vermeidung von Umweltbeeinträchtigungen durch technische Massnahmen gewidmet sein.) Ziel und Aufbau des Studiums sind folgendermassen umschrieben:

Das Studium gründet auf der ganzheitlichen Betrachtung der Umwelt und ihrer Systeme. Es hat eine integrierende, d.h. die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Umwelt-

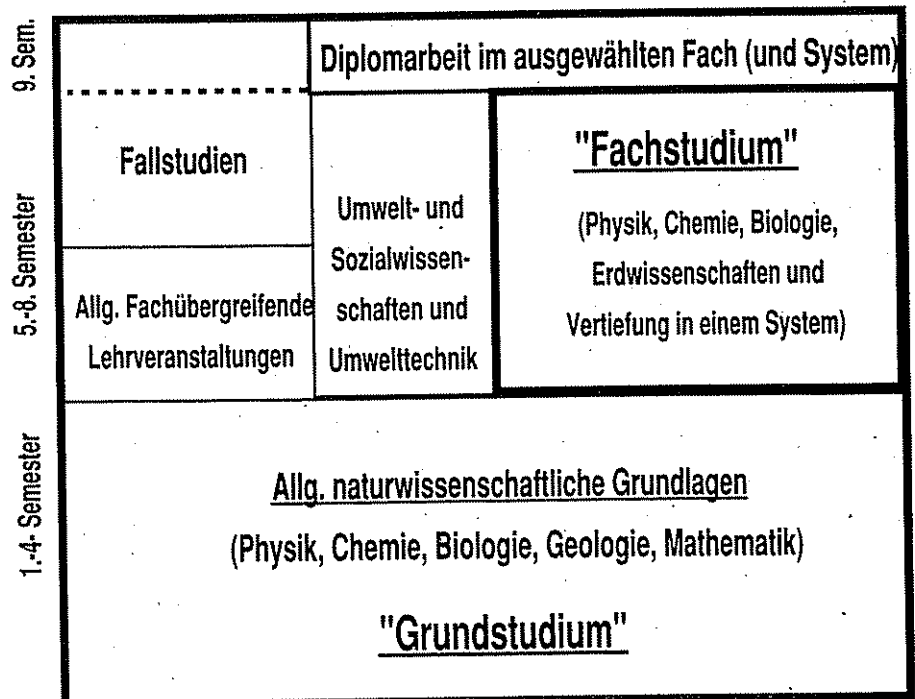


Fig.1

Studienrichtung Umweltwissenschaften

SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

UNE NOUVELLE DISCIPLINE À L'EPFZ

Dieter Imboden et René Schwarzenbach

A l'automne de l'année dernière, une ère nouvelle a commencé à l'EPF de Zurich pour 105 étudiants, 25 étudiantes et une vingtaine d'enseignants: suite à une décision du Conseil des écoles polytechniques fédérales du 20 mai 1987, une nouvelle discipline au titre ambitieux de Sciences de l'environnement a été créée au département X des sciences naturelles sous la désignation B1. Au lieu des 20 à 30 étudiants escomptés, plus d'une centaine s'y sont inscrits au cours de la fin de l'été, sans que les autres disciplines aient enregistré un recul des inscriptions. Une mode, un feu de paille? Ou bien le résultat d'un besoin trop longtemps contenu? Nul ne sait encore ce qui découlera de cette expérience, mais toujours est-il que la quasi-totalité de ceux qui s'étaient engagés à l'automne dans cette difficile filière sont encore présents aujourd'hui.

HISTORIQUE

Il aura fallu organiser d'innombrables réunions et noircir plus d'une feuille de papier avant que ce premier semestre ne puisse débiter. L'initiative de créer une filière d'étude axée sur l'environnement remonte en fait au symposium "Protection de notre espace vital", organisé à l'EPFZ en 1970 par le professeur H. Leibundgut (à la suite d'une demande adressée au Conseil fédéral par le Conseiller national J. Bächtold au sujet de la formation en écologie à l'EPFZ). Par la suite, de nombreux projets se perdirent dans le dédale de la politique de l'EPF. Les choses sérieuses ne commencèrent vraiment qu'en automne 1985, lorsque le directeur d'alors du département X, le professeur *Theo Koller*, lança une nouvelle initiative, conjointement avec notre directeur de l'EAWAG, le professeur *Werner Stumm*. En grande partie à l'instigation de l'étude Hayek, un certain nombre de programmes relatifs à l'environnement commencèrent à prendre forme à l'EPF: une filière axée sur les sciences naturelles et une sur les sciences de l'ingénieur, un diplôme post-grade valable pour l'ensemble de l'EPF et une matière secondaire "Environnement". Sur la base d'une première ébauche, le professeur Koller mit sur pied en février 1986 un petit groupe de travail composé de représentants de différentes disciplines et chargé d'élaborer un projet concret de création d'une filière "Sciences de

l'environnement" à l'intérieur du département X. Le groupe se mit sans tarder à l'ouvrage, organisa d'innombrables réunions et entretiens avec des enseignants et des étudiants de diverses disciplines et soumit une première proposition dès juillet 1986 à l'occasion d'une conférence extraordinaire du département. Suite au oui de principe prononcé par la conférence, les détails de la formation de base (1er au 4ème semestre) furent élaborés et adoptés, ainsi que le règlement de l'examen, en février 1987. Le calendrier put même être établi de telle sorte que le Conseil des écoles polytechniques fédérales soit en mesure de mettre à effet le nouveau programme d'étude avant le semestre d'hiver 1987/88. Simultanément, la révision du programme de la filière B4 (Physique de l'environnement) a pu entrer en vigueur; de par sa nouvelle conception, elle devrait parfaitement garantir que les sciences de l'environnement soient complétées par une formation mathématique et physique approfondie.

OBJECTIF ET ORGANISATION DE LA FILIERE "SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT"

La formation en sciences de l'environnement a pour but de fournir les connais-

sances nécessaires à la compréhension des processus observés dans l'environnement. (Par contre, la formation d'ingénieur de l'environnement, en cours de préparation, se consacrera principalement à la façon de parer et de remédier, par des mesures techniques, aux préjudices causés à l'environnement). L'objectif et l'organisation des études se présentent comme suit:

- Le programme repose sur une considération globale de l'environnement et de ses systèmes. Il vise une formation supra-disciplinaire, intégrante, qui souligne, autrement dit, les liens entre les diverses composantes de l'environnement. La spécialisation s'effectuera à partir de cette base.
- Le programme fournit, d'une part, les fondements mathématiques et scientifiques nécessaires à la compréhension du fonctionnement de l'environnement humain et, d'autre part, des connaissances sur des systèmes spécifiques et les processus qui s'y déroulent. En fonction de cette conception de base, les différentes phases des études (fig. 1) répondent aux objectifs suivants:
- La formation de base (1er au 4ème semestre) fournit les fondements mathématiques, physiques, chimiques, biologiques et géologiques. L'enseignement comporte en outre dès le

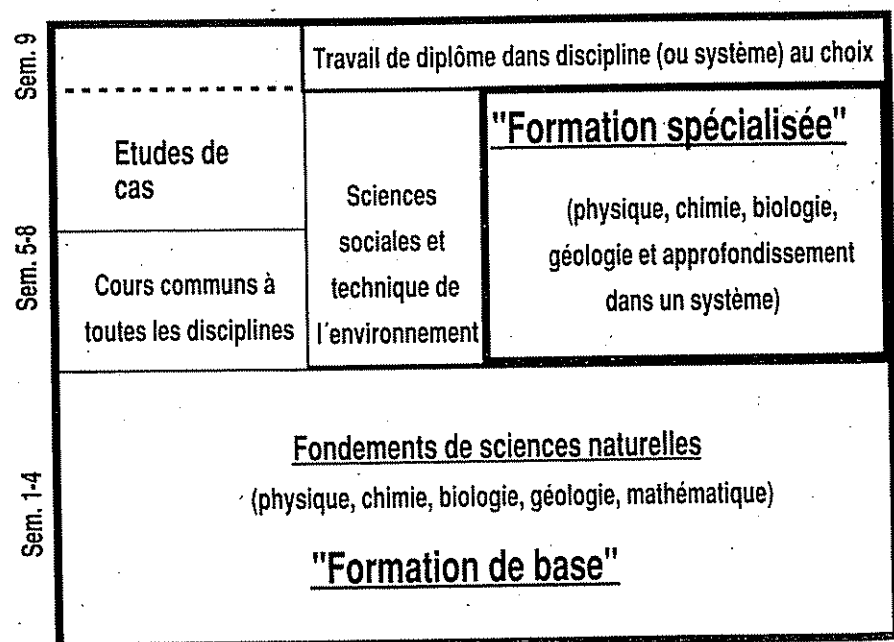


Fig. 1
Sciences de l'environnement

komponenten betonende, diszipliniübergreifende Ausbildung zum Ziel. Spezialisierungen gehen von dieser Basis aus.

Das Studium vermittelt einerseits die mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen, die zum Verständnis des Funktionierens der menschlichen Umwelt notwendig sind, andererseits Kenntnisse über spezielle Umweltsysteme und die darin ablaufenden Prozesse. Entsprechend diesem Grundkonzept ergeben sich für die einzelnen Phasen des Studiums (Fig. 1) die folgenden Teilziele:

Im Grundstudium (1. bis 4. Semester) werden die Grundlagen in Mathematik, Physik, Chemie, Biologie und Erdwissenschaften vermittelt. Ferner machen von Anfang an bestimmte multidisziplinäre Vorlesungen, ein als Einheit konzipiertes allgemeines naturwissenschaftliches Grundpraktikum sowie sozialwissenschaftliche Vorlesungen den Systemzusammenhang Mensch-Umwelt zum Gegenstand des Unterrichts.

Das Fachstudium (5. bis 8. Semester) bringt eine Vertiefung in einer klassischen naturwissenschaftlichen Disziplin sowie deren Anwendung auf ein Umweltsystem.

Die Diplomarbeit (9. Semester) soll den Studierenden schliesslich die Erfahrung vermitteln, wie das Erlernete zur Bearbeitung einer konkreten Fragestellung einzusetzen ist. Ein ähnliches Ziel verfolgt ein während der Semesterferien zu absolvierendes Praktikum von insgesamt drei Monaten, z.B. in einer Planungs- oder Beratungsfirma, in einem Umweltamt, in der Industrie usw.

DIE PLANUNG DES FACHSTUDIUMS

Noch vor Beginn des ersten Semesters,

nämlich im Sommer 1987, hat unter Leitung von Prof. Th. Koller eine stark erweiterte Arbeitsgruppe die Detailplanung des Fachstudiums an die Hand genommen. Deren Arbeiten sind zwar noch nicht abgeschlossen, doch gewisse Resultate liegen bereits vor. So hat unterdessen die Idee der Kombination einer fachspezifischen bzw. systemspezifischen Vertiefung konkrete Gestalt angenommen. Es zeigte sich insbesondere, dass der Vertiefung in einer Disziplin Priorität einzuräumen ist, um dem Studierenden eine Art Heimat in einer naturwissenschaftlichen Methode zu vermitteln. Die Anwendung dieser Methode auf ein spezielles Umweltsystem (Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre etc.), vom methodischen Werkzeug her meist weniger spezifisch, soll dann beispielhaft wiederum die Multidisziplinarität in den Vordergrund rücken; der Chemiker zum Beispiel, der das System Wasser wählt, wird sich neben Chemie auch mit der Physik und Biologie aquatischer Systeme auseinandersetzen müssen. Durch diese Kombination je einer fachspezifischen mit einer systembezogenen, multidisziplinären Vertiefung soll gewährleistet werden, dass den Studierenden später eine Vielfalt von Betätigungsmöglichkeiten in der Beratung, bei öffentlichen Stellen, in der Privatwirtschaft und in der Forschung offen stehen. Die provisorische Liste der disziplinspezifischen Vertiefungen umfasst Chemie, Chemie - Mikrobiologie, Biologie, Physik und eventuell Erdwissenschaften. Auf der Seite der systemspezifischen Vertiefung finden sich neben den klassischen Systemen (Wasser, Boden, Atmosphäre, Geosphäre, terrestrische Ökosysteme) auch die Anthroposphäre, die Landschaft und schliesslich die Möglichkeit einer systemtheoretischen Vertiefung (z.B. mathematische Modellierung).

Die disziplin- und systemspezifische

Vertiefung nimmt im 5. bis 8. Semester zusammen rund 50% der zur Verfügung stehenden Zeit ein. Rund 25% entfallen auf sozialwissenschaftliche und umwelttechnische Fächer (Auswahl von je einem Block in Umweltsozialwissenschaften bzw. -technik unter jeweils rund fünf Optionen), weitere 25% sind der Fortsetzung des interdisziplinären Unterrichtes und Fallstudien gewidmet.

DAS ENGAGEMENT DER EAWAG

Angehörige der EAWAG werden - dies vor allem im Fachstudium - sowohl mit Vorlesungen wie auch im Rahmen von Praktika, Diplom- und Doktorarbeiten in diesem neuen Studiengang zum Teil sehr stark engagiert sein. Nimmt man dazu die bereits bestehenden Lehrverpflichtungen und die voraussichtliche Beteiligung bei der geplanten Ausbildung zum Umweltingenieur, so ergibt sich eine totale Belastung, welche uns bis an die Grenzen der personellen und materiellen Ressourcen führen wird. Trotzdem glauben wir, dass die EAWAG die Herausforderung auf dem Gebiet der Lehre nicht zurückweisen kann, im Gegenteil: Unsere bessere Einbettung in den Unterricht der ETHZ sowie die eventuelle Ansiedlung weiterer Professuren am "ETH-Standort Dübendorf" ist auch für unsere andern Tätigkeiten (Forschung und Beratung) langfristig von entscheidender Bedeutung. Der geplante Erweiterungsbau der EAWAG in Dübendorf (Fertigstellung ca. 1992 bis 1993) soll der ETHZ Raum für drei zusätzliche Professuren bieten. Schliesslich können wir feststellen, dass die EAWAG nicht die einzige Annexanstalt ist, welche ihre Bindung an die Hochschule intensiviert: Das aus der Fusion von EIR und SIN hervorgegangene Paul Scherrer-Institut (PSI) hat kürzlich in seine neuen Führungsstruktur eine ganze Reihe von Professoren aufgenommen.

continué de page 8

début, des conférences multidisciplinaires, des travaux pratiques généraux de sciences naturelles et des cours de sciences sociales mettant l'accent sur les corrélations entre l'homme et l'environnement.

- La formation spécialisée (5^{ème} au 8^{ème} semestre) permet un approfondissement dans une discipline scientifique classique et son application à un écosystème.

- Le travail de diplôme (9^{ème} semestre) doit finalement apporter à l'étudiant

l'expérience de l'application de l'acquis à une situation concrète. C'est également l'objectif visé par le stage pratique de trois mois, à effectuer pendant les vacances semestrielles dans l'industrie, un service d'information ou de planification, un office pour l'environnement, etc.).

PLANIFICATION DE LA FORMATION SPÉCIALISÉE

Avant même le début du premier semestre, c'est-à-dire en été 1987, un groupe de travail élargi a entrepris la planification

détailée des programmes de spécialisation, sous la direction du professeur Th. Koller. Ses travaux ne sont certes pas achevés, mais ils ont déjà abouti à certains résultats. Ainsi, l'idée s'est concrétisée de combiner un approfondissement dans un domaine et dans un système donnés. Il s'est avéré en particulier que l'approfondissement dans une discipline doit être prioritaire, pour familiariser l'étudiant avec une méthode scientifique. L'application de cette méthode à un écosystème spécifique (atmosphère, hydrosphère, pédosphère, etc.) doit à son tour,

etc.) doit à son tour, de manière exemplaire, mettre l'accent sur la multidisciplinarité; par exemple, le chimiste qui choisit le système aquatique devra, outre la chimie, s'intéresser à la physique et à la biologie des systèmes aquatiques. Cette combinaison entre spécialisation et approfondissement multidisciplinaire lié à un système doit garantir qu'à l'avenir, l'étudiant puisse accomplir de multiples tâches, dans l'information, les services publics, le secteur privé ou la recherche. La liste provisoire des disciplines de spécialisation comprend une orientation chimique, chimio-microbiologique, physique et éventuellement sciences de la terre. Parmi les systèmes de spécialisation figurent, à part les systèmes classiques (eau, sol, atmosphère, géosphère, écosystèmes terrestres), l'anthroposphère, le paysage, de même que la possibilité d'un approfondissement en théorie des systèmes (par exemple, modèles mathématiques).

La spécialisation dans une discipline et dans un système occupe environ 50 % du temps disponible entre le 5^{ème} et le 8^{ème} semestre. A peu près 25 % du temps est consacré aux sciences sociales et aux techniques d'environnement (chois d'un bloc parmi cinq options dans chacune de ces matières); les 25 % restants sont réservés à l'enseignement interdisciplinaire et aux études de cas.

ENGAGEMENT DE L'EAWAG

Les membres de l'EAWAG seront parfois fortement engagés dans cette nouvelle filière d'étude (surtout au niveau de la spécialisation), tant par des conférences que dans le cadre des travaux pratiques, travaux de diplôme et thèses. Si l'on y ajoute les obligations pédagogiques existantes et la participation prévisible à la formation des ingénieurs en environnement, il en résultera une sollicitation totale qui nous entraînera

aux limites des ressources en personnel et en matériel. Nous croyons toutefois que l'EAWAG se doit de relever le défi lancé par l'enseignement, et ce d'autant plus qu'une meilleure implication dans les cours de l'EPFZ et la création éventuelle de nouvelles chaires au "siège de Dubendorf" revêtent une importance primordiale à long terme pour nos autres activités (recherche et information).

Le projet d'extension de l'EAWAG à Dubendorf (achèvement en 1992 ou 1993) devrait permettre à l'EPFZ la création de trois chaires supplémentaires.

Finalement, nous pouvons constater que l'EAWAG n'est pas le seul institut annexe qui renforce ses liens avec l'université: l'Institut Paul Scherrer, né de la fusion de l'EIR et du SIN, a récemment accueilli toute une série de professeurs dans sa nouvelle structure de direction.



Fortsetzung von Seite 6

ten noch bessere Leistungen erwartet werden.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

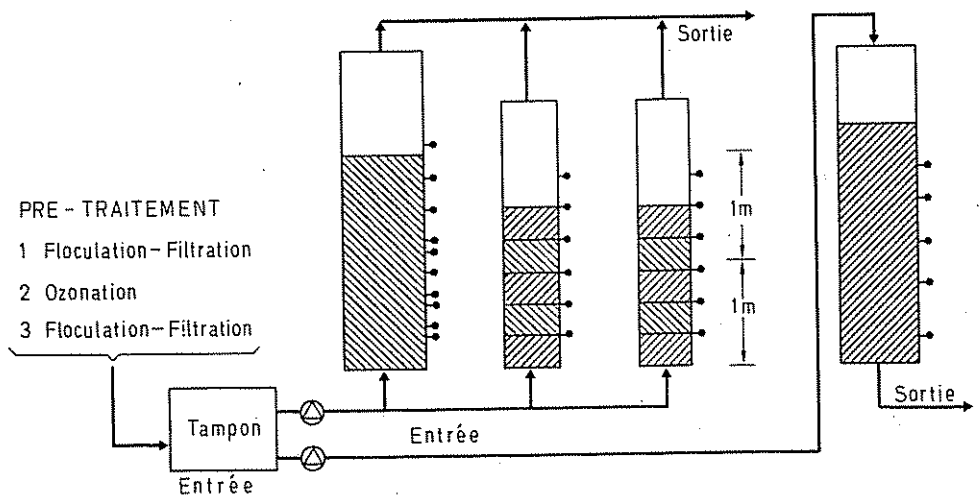
In den durchgeführten Untersuchungen erwies sich der nachteilige Einfluss der DOC-Vorbelastung auf die Adsorption von Spurenstoffen als etwa gleich gross wie die konkurrierende Adsorption zwischen den Spurenstoffen selbst und den gelösten natürlichen organischen Inhaltsstoffen. Während die konkurrierende Adsorption verfahrenstechnisch kaum beeinflusst werden kann, bietet die schichtweise Aufwärtsfiltration eine relativ einfache und kostengünstige Möglichkeit, das Phänomen der DOC-Voradsorption signifikant zu reduzieren. Diese Vorgehensweise ist insbesondere für die Aufbereitung von mit Spurenstoffen belaste-

ten Wasserquellen mit stark schwankenden Zulaufkonzentrationen, wie im vorliegenden Fall, sinnvoll. Die in der Pilotanlage durchgeführten Untersuchungen zur schichtweisen aufwärtsdurchströmten Aktivkohleabsorption von Spurenstoffen stellen eine innovative Betriebsweise auf dem Gebiet der Trinkwasseraufbereitung dar, die in dieser Form bisher auf Grossanlagen noch nicht praktiziert wurde. Auf der zukünftigen Trinkwasseranlage in Porrentruy wird diese Fahrweise zum Einsatz kommen.

tigen Trinkwasseranlage in Porrentruy wird diese Fahrweise zum Einsatz kommen.

Dank

Wir danken dem Bundesamt für Umweltschutz für die erhaltene finanzielle Unterstützung.



	Lit fixe ascendant AFK1	Remplissage Progressif ascendant AFK2	Remplissage Progressif ascendant AFK3	Lit fixe descendant AFK4
Vitesse de filtration, m/h	15	15	15	10
Diámetro du filtre, cm	28.5	19	19	28.5
Type de charbon actif	TL830	TL 830	F100	F200
Diámetro des grains, mm	1.4	1.4	1.6	1.0
Densité du lit, g/cm ³	0.43	0.43	0.50	0.50

Fig. 1
Schéma du pilote d'adsorption sur charbon actif de Porrentruy

ÜBERTRAGUNG VON TECHNOLOGIEN AUS INDUSTRIELÄNDERN IN ENTWICKLUNGSLÄNDER

Roland Schertenleib

EINLEITUNG

Technologie wird aus den reichen in die armen Länder übertragen, seit es missionarische, militärische und wirtschaftliche Kontakte zwischen den Ländern des Alten Kontinents und den Ländern der heutigen Dritten Welt gibt. Besonders seit dem Zweiten Weltkrieg hat die technologische Durchdringung der Entwicklungsländer gewaltige Ausmasse angenommen. Eine spezielle Form der Technologie-Übertragung sind Verträge über finanzielle und/oder technische Zusammenarbeit im Rahmen bilateraler staatlicher Beziehungen oder mit privaten Unternehmen. Dabei galten lange die im industrialisierten Norden entwickelten und angewandten Techniken und Verfahren als wichtige Schlüssel für die wirtschaftliche Entwicklung der Dritten Welt. Die Technologie-Übertragung aus den Industrieländern hat sich aber in mehrfacher Beziehung als problematisch für die Entwicklungsländer herausgestellt. Vieles deutet beispielweise darauf hin, dass den meisten Staaten der Dritten Welt der Einsatz "moderner" Technologien vor allem eine Weiterführung, Konsolidierung oder gar Verschärfung dessen brachte, was als "duale Gesellschaft" bezeichnet wird: Eine kleine politische Machtelite, der einige Prozent der Bevölkerung angehören, lebt in auffälligem Überfluss innerhalb der objektiven Armut der politisch schwachen Massen des Landes. Der vorliegende Artikel ist eine Diskussion spezifischer Probleme und Erfahrungen der Technologie-Übertragung im Bereich der Wasserversorgung und Entsorgung im Rahmen der schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit.

ZIELE DER SCHWEIZERISCHEN ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT IM BEREICH "WASSERVERSORGUNG UND SANITÄRMASSNAHMEN"

Gemäss "Bundesgesetz über die internationale Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe" vom 19. März 1976, "unterstützt die Entwicklungszusammenarbeit die Entwicklungsländer im Bestreben, die Lebensbedingungen

ihrer Bevölkerung zu verbessern. Sie soll dazu beitragen, dass diese Länder ihre Entwicklung aus eigener Kraft vorantreiben. Langfristig erstrebt sie besser ausgeglichene Verhältnisse in der Völkergemeinschaft. Sie unterstützt in erster Linie die ärmeren Entwicklungsländer, Regionen und Bevölkerungsgruppen". In bezug auf die auch von der Schweiz unterstützten Ziele der "International Drinking Water Supply and Sanitation Decade 1981-1990" heisst dies konkret, dass die Hauptaktivitäten der schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit im Sektor Wasser und Sanitärmaßnahmen darauf ausgerichtet sein soll, die Bevölkerung in ländlichen und halbstädtischen Gebieten mit gutem Trinkwasser in genügender Menge zu versorgen und für die gleichen Bevölkerungskreise die sanitären Bedingungen zu verbessern, indem geeignete Massnahmen zur Beseitigung von Abwasser und Fäkalien ergriffen werden.

DIE RÖLLE DER TECHNOLOGIE IM ENTWICKLUNGSPROZESS

Die Bereiche Wasserversorgung und Hygiene sind stark grundbedürfnisorientiert und spielen wegen der unmittelbaren Auswirkung auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Menschen eine wichtige Rolle im wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungsprozess. Obschon diese Tatsache grundsätzlich seit langem bekannt ist und seit vielen Jahren auch bedeutende Geldmengen und Anstrengungen für die Verbesserung der Wasserversorgung und Sanitärmaßnahmen aufgewendet wurden, muss man feststellen, dass sich die Situation in den letzten 15 Jahren vor allem in ländlichen Gebieten praktisch nicht verbessert hat (vgl. Fig. 1). Nach Statistiken der Weltgesundheitsorganisation hatten im Jahr 1985 nur 36% der ländlichen Bevölkerung in Entwicklungsländern Zugang zu qualitativ und quantitativ genügendem Trinkwasser und gar nur 15% der ländlichen Bevölkerung verfügten über eine geordnete Fäkalienentsorgung. Die entsprechenden Schätzungen für die städtische Bevölkerung betragen 77% bzw. 58%. Ein Hauptgrund für diese nach wie vor

katastrophalen Verhältnisse liegt zweifellos darin, dass vielerorts der Glaube herrschte (und z.T. auch heute noch herrscht), dass auch im Bereich Wasserversorgung und Sanitärmaßnahmen die im industrialisierten Norden entwickelten und mit Erfolg angewandten Technologien die Lösung für die Probleme in den Entwicklungsländern darstellen und dass es primär darum gehe, möglichst rasch und effizient diese "konventionellen" Technologien in die Entwicklungsländer zu übertragen. Dabei blieb lange Zeit unberücksichtigt, dass sich nicht nur die ökonomischen, sondern vor allem auch die sozio-kulturellen, institutionellen und auch physikalischen (klimatischen) Bedingungen in Entwicklungsländern sehr stark von denjenigen im industrialisierten Norden unterscheiden. Eine Technologie trägt aber bekanntlich immer die typischen Merkmale jener Gesellschaft und Kultur, in der sie ihren Ursprung hat. Entsprechend hat denn auch die in den letzten 40 bis 90 Jahren in den heutigen Industriestaaten entwickelte Technologie charakteristische Merkmale: Sie ist gekennzeichnet durch hohe Kapitalintensität, hohen Verbrauch von Energie und von nicht ersetzbaren natürlichen Ressourcen einerseits und Einsparung menschlicher Arbeitskraft durch Mechanisierung und Automatisierung andererseits. Merkmale im übrigen, welche für manche der heutigen Hauptschwierigkeiten in den Industrieländern verantwortlich sind. Demgegenüber sind die Verhältnisse in den Entwicklungsländern meist durch entgegengesetzte Merkmale charakterisiert: Mangel an Kapital und Devisen, dafür ausgesprochener Ueberfluss an Arbeitskräften mit keiner oder minimaler Ausbildung. Auch die physischen bzw. klimatischen Bedingungen unterscheiden sich meist grundlegend.

Ein ausgezeichnetes Beispiel, wie stark die physischen Randbedingungen die Entwicklung einer Technologie beeinflussen, stellt die bei uns weitverbreitete Schwemmkanalisation zum Abtransport

Fortsetzung auf Seite 15

TRANSFERT DE TECHNOLOGIES DES PAYS INDUSTRIALISÉS AUX PAYS DU TIERS MONDE

Roland Schertenleib

INTRODUCTION

La technologie est transmise des pays riches aux pays pauvres depuis qu'il existe des relations établies par les missionnaires, et des contacts militaires et économiques entre les pays du Vieux Monde et le Tiers Monde actuel. La percée technologique des pays en voie de développement à pris une très grande ampleur tout particulièrement depuis la Seconde Guerre Mondiale. Une forme particulière de transfert technologique sont des accords de coopération financière et/ou technique dans le cadre de relations bilatérales entre états ou avec des entreprises privées. Les techniques et procédés développés et appliqués dans les pays industrialisés du Nord ont longtemps été considérés comme étant une clef importante au développement économique du Tiers Monde. Le transfert technologique des pays industrialisés aux pays en voie de développement s'est avéré être à divers égards problématique. Pour beaucoup de pays du Tiers Monde, l'emploi de technologies "modernes" a conduit à une continuation, consolidation et même à une intensification de ce qu'on qualifie de "société dualiste": Une petite élite au pouvoir représentant une minorité de la population et vivant dans une abondance excessive au milieu de la pauvreté objective de masses politiquement impuissantes du pays. Cet article traite de problèmes spécifiques et d'expériences sur le transfert de technologies dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement dans le cadre de la coopération suisse au développement.

BUTS DE LA COOPÉRATION SUISSE AU DÉVELOPPEMENT DANS LE DOMAINE "APPROVISIONNEMENT EN EAU ET ASSAINISSEMENT"

Conformément à la "Loi fédérale sur la coopération au développement et l'aide humanitaire internationale" du 19 mars 1976, "la coopération au développement soutient les efforts des pays en développement en vue d'améliorer les conditions

de vie de leurs populations. Elle doit contribuer à mettre ces pays en mesure d'assurer leur développement par leurs propres forces. Elle tend, à long terme, vers un meilleur équilibre au sein de la communauté internationale. Elle soutient en priorité les efforts des pays en développement, régions et groupes de populations les plus défavorisés". A l'égard des buts établis par la "Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement 1981-1990" et visés aussi par la Suisse, ceci veut dire concrètement que les activités principales de la coopération suisse au développement dans le domaine "eau et assainissement" sont l'approvisionnement des populations de régions rurales et semi-urbaines avec suffisamment d'eau potable de bonne qualité ainsi que l'amélioration de leur conditions hygiéniques moyennant des mesures appropriées d'évacuation des eaux usées et des matières fécales.

LE RÔLE DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT

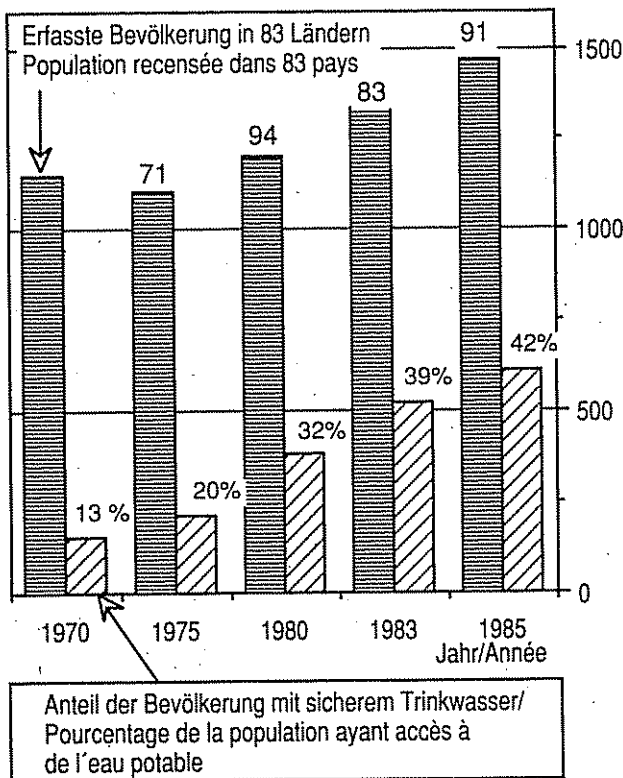
Les domaines de l'approvisionnement en eau et de l'hygiène sanitaire sont fortement orientés vers des besoins fondamentaux. Ils jouent, à cause de leur effet direct sur la santé et sur la productivité des populations, un rôle important dans le processus de développement économique et social. Bien que ceci est un fait fondamentalement connu depuis très longtemps, et que depuis plusieurs années des sommes et des efforts importants ont été dépensés pour améliorer l'approvisionnement en eau et les mesures sanitaires, on doit constater que la situation, particulièrement dans les régions rurales, ne s'est pratiquement pas améliorée ces dernières 15 années (voir Fig. 1). Selon les statistiques de l'OMS, en 1985 seulement 36% de la population rurale des pays en voie de développement avaient accès à assez d'eau potable de bonne qualité, et uniquement 15% de la population rurale disposaient d'installations sanitaires appropriées. A cet effet, les estimations concernant la population urbaine s'élèvent à 77% ou 58% respectivement. Une raison principale pour ces conditions catastrophiques

persistantes est indubitablement la croyance très répandue autrefois (et en partie encore existante aujourd'hui) que même dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, les technologies développées et appliquées avec succès dans les pays industrialisés du Nord, représentent la solution aussi aux problèmes des pays en voie de développement, et qu'il suffit de transférer ces technologies "conventionnelles" aussi rapidement et efficacement que possible. A cet effet, on ne tint très longtemps pas compte que non seulement les conditions économiques, mais encore et surtout les conditions socio-culturelles, institutionnelles et même physiques (climatiques) des pays du Tiers Monde diffèrent très nettement de celles des pays industrialisés du Nord. Néanmoins, une technologie comporte comme on sait toujours les caractéristiques typiques de la société et culture dont elle provient. De ce fait, la technologie développée ces dernières 40 à 90 années dans les pays industrialisés actuels présente des caractéristiques typiques: Elle est intensive en capitaux, avec une consommation élevée d'énergie d'une part, et de ressources naturelles non-renouvelables d'autre part, ainsi qu'avec une économisation de la main-d'oeuvre humaine moyennant la mécanisation et l'automatisation. D'ailleurs ce sont là des caractéristiques qui sont la cause de bien des difficultés principales actuelles dans les pays industrialisés. Par contre, les conditions dans les pays du Tiers Monde exhibent le plus souvent des propriétés contraires: Manque de capitaux et de devises, mais en revanche un net surplus de main-d'oeuvre pas ou peu qualifiée. Les conditions physiques et climatiques respectivement diffèrent aussi souvent et de manière fondamentale.

Un excellent exemple du degré d'influence des conditions marginales physiques sur le développement d'une technologie, est le transport hydraulique des matières fécales très répandu dans les pays industrialisés. Indépendamment du fait qu'un tel système de canalisation requiert des investissements très élevés, il ne peut être appliqué que dans les ré-

WASSERVERSORGUNG

APPROVISIONNEMENT EN EAU



SANITÄRMASNAHMEN

MESURES SANITAIRES

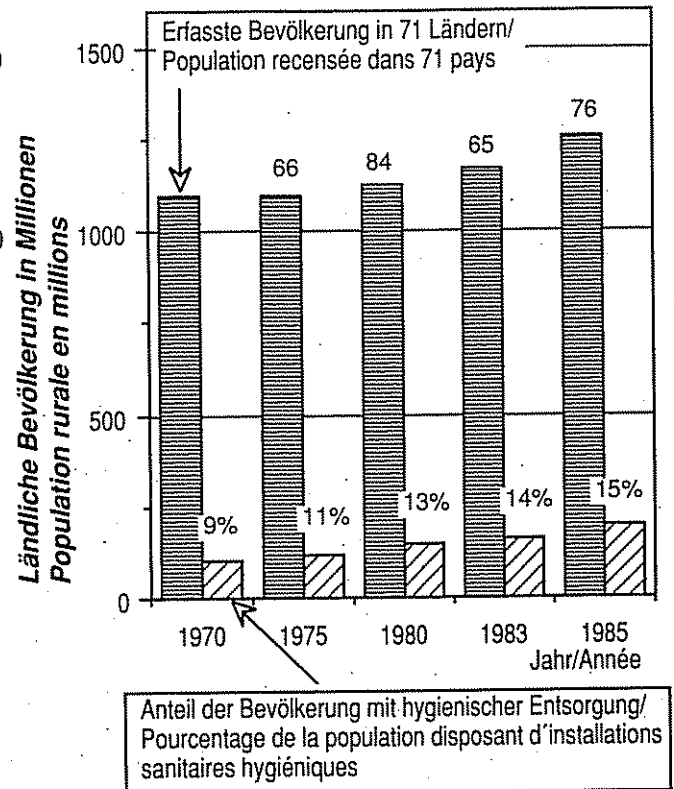


Fig. 1

Statistik der WHO über den Stand der Wasserversorgung bzw. Sanitärmaßnahmen in ländlichen Gebieten der Entwicklungsländer (exklusive China).

Statistiques de l'OMS sur l'état de l'alimentation en eau et de l'assainissement respectivement dans les régions rurales des pays en voie de développement (excepté la Chine).

gions ayant suffisamment d'eau comme moyen de transport. Ceci est le cas dans les zones tempérées d'Europe et des Etats-Unis où cette technologie s'est développée et s'est répandue. Dans les zones arides et/ou dans les tropiques avec des précipitations très irrégulières, cette technologie doit par contre être qualifiée d'inadéquate. D'autre part, le traitement des eaux usées par des étangs de stabilisation dans des régions ayant des températures relativement élevées et des prix de terrains bas, représente une technologie très appropriée. Elle n'est non seulement bien moins chère, mais aussi plus facile à exploiter et donc moins sujette à des perturbations que les méthodes "traditionnelles" de traitement des eaux usées telles que les installations à lits bactériens et à boues activées. A l'inverse des procédés qui viennent d'être cités, l'élimination des organismes pathogènes dans des systèmes d'étangs de stabilisation dimensionnés et exploités correctement est en outre telle que l'effluent peut être utilisé pour l'irrigation en agriculture sans poser de risques pour la santé. Cette technologie est normalement moins appropriée pour des pays tels que la Suisse où la température est du moins temporel-

ment basse et les prix des terrains généralement élevés; et où l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation est sans importance.

En raison de ces faits et réflexions, il n'est nullement surprenant que les technologies "modernes" transférées des pays industrialisés du Nord aux pays "en voie de développement" du Sud se sont avérées être dans la plupart des cas inadaptes aux besoins, possibilités et conditions du Tiers Monde. Tandis que les investissements nécessaires sont généralement financés par l'aide étrangère et/ou par des crédits étrangers, les problèmes ne surgissent la plupart du temps que lors de l'exploitation et de l'entretien des installations. A cet égard, on observe en général un manque de compréhension quant à la nécessité d'un entretien régulier et surtout aussi un manque de personnel qualifié, de devises pour l'achat de pièces de rechange, de carburant et de produits chimiques, ainsi que de structures appropriées concernant l'organisation.

DÉVELOPPEMENT DE TECHNOLOGIES APPROPRIÉES POUR LES PAYS DU TIERS MONDE

Les connaissances et expériences scientifiques et techniques des pays industrialisés peuvent et doivent pourtant contribuer à trouver des solutions aux problèmes des pays du Tiers Monde. **Il ne s'agit cependant pas de transférer telle quelle notre technologie, mais d'essayer de modifier et de développer des technologies qui soient adaptées aux différentes conditions des pays du Tiers Monde.** Malheureusement beaucoup d'avis règnent qu'une technologie "de pointe" ou "moderne" est équivalente à "meilleure"; et que les alternatives aux technologies "modernes" et intensives en capitaux sont automatiquement des technologies arriérées. Cette opinion est très répandue particulièrement parmi l'élite des pays en voie de développement qui, pendant son perfectionnement en Europe, aux Etats-Unis, en Russie etc., n'apprend à connaître pratiquement que les problèmes et les solutions techniques respectives des pays industrialisés. Les cours et les activités scientifiques aux

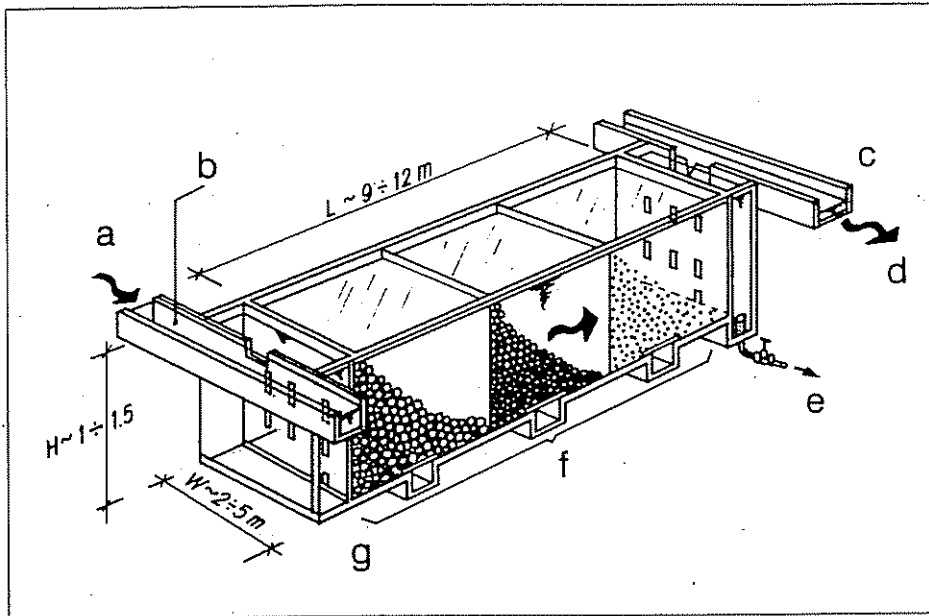


Fig. 2

Schema eines "Horizontal Flow Roughing Filters (HRF)"

a) Rohwasser, b) Verteilrinne mit Wehr, c) Auslaufrinne, d) Filtrat zum Langsam-sandfilter, e) Auslaufkammer mit Entleerung, f) Filter, g) Einlaufkammer.

Schéma d'un "Préfiltre à flux horizontal (PFH)"

a) Eau brute, b) Canal d'introduction avec un déversoir, c) Canal de sortie, d) Filtrat en direction du filtre lent à sable (FLS), e) Chambre de sortie avec un système de vidange, f) Préfiltre, g) Chambre d'entrée.

écoles techniques supérieures des pays du Tiers Monde se concentrent en grande partie également sur les technologies considérées par les pays industrialisés comme étant appropriées.

A ce propos, il est impératif de rappeler qu'il est fondamentalement bien plus difficile et exigeant de trouver la solution la plus appropriée à la situation prévalente que d'utiliser toujours et partout la "solution prototype" apprise autrefois. Malheureusement encore beaucoup d'ingénieurs considèrent que le défi professionnel consiste en premier lieu de connaître, maîtriser et appliquer des technologies aussi "modernes" (c.-à-d. intensives en capitaux) et compliquées que possible. Cette attitude provient consciemment ou inconsciemment de la conviction douteuse que tout ce qui est développé dans les pays industrialisés du Nord est en principe bon et vaut la peine d'être copié. Pourtant, le devoir le plus important et capital d'un ingénieur doit toujours être celui de proposer la technologie la plus appropriée aux conditions locales. Ceci requiert cependant d'amples connaissances sur les possibilités et les limites des différentes technologies, et devient de ce fait une tâche très exigeante.

Ce n'est qu'après de gros échecs lors de l'application de technologies "occidentales" dans divers projets de développement, que quelques organisations de coopération au développement ont commencé sérieusement il y a environ 10 ans à prêter leur soutien dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, à la recherche et au développement de technologies appropriées pour les pays en voie de développement. Dans ce contexte, la Direction suisse de la

coopération au développement et de l'aide humanitaire (DDA) prête aussi son appui à des projets de recherche et de développement réalisés par le "Groupe approvisionnement en eau et assainissement dans les pays du tiers monde" (IRCWD) à l'EAWAG en étroite collaboration avec des institutions dans les pays du Tiers Monde. A l'EAWAG il fut par exemple possible de faire des recherches systématiques et perfectionner un procédé alternatif pour le prétraitement d'eaux brutes d'une turbidité élevée provenant d'eaux de surface de pays tropicaux. Le préfiltre à flux horizontal (PFH) schématisé à la Fig. 2 présente un niveau technique comparable à celui du filtre lent à sable (FLS) connu depuis très longtemps. Lui aussi ne requiert pratiquement que des ressources locales (matériaux locaux, personnel de faible compétence professionnelle, aucun produit chimique) et ne nécessite que relativement peu d'entretien. Dans la première phase du projet et moyennant des essais de laboratoire et pilotes, ainsi qu'avec l'emploi de procédés expérimentaux et de mesures "modernes", les mécanismes déterminants furent étudiés et les directives de dimensionnement furent élaborées. Basé sur les résultats obtenus, des projets de démonstration dans différents pays en voie de développement sont actuellement en cours afin de recueillir des données pratiques supplémentaires sur ce procédé de traitement.

Dans un autre projet, qui s'occupe en premier lieu avec le transfert et le perfectionnement d'une technologie appropriée d'évacuation hygiénique des matières fécales avec réutilisation en agriculture, l'IRCWD travaille en étroite colla-

laboration avec une organisation au Guatemala. Basé sur une étude approfondie de la littérature traitant de technologies d'évacuation utilisées traditionnellement dans les pays du Tiers Monde, des technologies furent d'abord identifiées qui sont adaptées aux conditions prédominantes au Guatemala et qui promettent d'avoir le plus de succès. Quatre différents prototypes furent alors testés sur place. Sur la base des expériences avec ces prototypes en ce qui concerne les différents critères (en premier lieu acceptation par la population, frais de construction et d'exploitation, qualité hygiénique du produit final), la latrine à deux compartiments type vietnamien s'est avérée la plus appropriée à la propagation ultérieure. Beaucoup porte à croire que dans ce type de latrine les matières fécales humaines sont transformées déjà en l'espace de 6-8 mois en du matériel comparable à de l'humus et exempt d'organismes pathogènes. Comme il n'existe jusqu'à ce jour aucune étude scientifique systématique sur les mécanismes déterminants et les facteurs d'influence correspondants, un programme d'étude utilisant des méthodes scientifiques modernes est en cours sur les installations mises entretemps en exploitation. Sur la base de ces études, il sera peut-être possible de mieux discerner les possibilités et limites de cette technologie et d'optimiser ce procédé.

PERSPECTIVE: TENDANCES CONTRADICTOIRES

Les deux projets de recherche et de coopération mentionnés démontrent clairement que les connaissances scientifiques existantes dans les pays industrialisés peuvent contribuer de manière

Continué à page 16

der flüssigen Abfallstoffe aus Siedlungsgebieten dar. Ganz unabhängig davon, dass ein solches Kanalisationssystem sehr hohe Investitionskosten erfordert, kann es grundsätzlich nur in Gebieten angewandt werden, wo genügend Wasser als Transportmittel vorhanden ist. In den gemässigten Klimazonen Europas und Amerikas, wo sich diese Technologie entwickelt und durchgesetzt hat, ist dies auch der Fall. In ariden Zonen und/oder tropischen Gebieten mit stark schwankenden Niederschlägen muss die Technologie dagegen als unangepasst bezeichnet werden.

Auf der andern Seite ist die Reinigung von Abwasser in Abwasserteichen für Gebiete mit relativ hohen Temperaturen und tiefen Landpreisen eine sehr angepasste Technologie, da sie nicht nur bedeutend weniger kapitalintensiv, sondern auch leichter zu betreiben und weniger störanfällig ist als die "traditionellen" Abwasserreinigungsverfahren wie Tropfkörper- und Belebtschlammanlagen.

Im Gegensatz zu den letztgenannten Verfahren ist zudem die Elimination von pathogenen Organismen in richtig dimensionierten und betriebenen Abwasserteichsystemen derart, dass der Ablauf ohne Gesundheitsrisiko zur Bewässerung in der Landwirtschaft verwendet werden kann. Die gleiche Technologie ist normalerweise weit weniger angepasst in Ländern wie der Schweiz, wo die Temperatur zumindest temporär tief und die Landpreise in der Regel hoch sind, und wo die Verwendung von Abwasser zur Bewässerung nicht von Bedeutung ist.

Aufgrund dieser Tatsachen und Ueberlegungen ist es keineswegs überraschend, dass die vom industrialisierten Norden in den "unterentwickelten" Süden übertragenen "modernen" Technologien sich in den meisten Fällen als den besonderen Bedürfnissen, Möglichkeiten und Bedingungen der Dritten Welt unangepasst erwiesen haben. Während die erforderlichen Investitionskosten meist mit Entwicklungsgeldern und/oder Entwicklungskrediten bezahlt werden, treten die Probleme meist erst beim Betrieb und Unterhalt der Anlagen in Erscheinung. Hier macht sich generell ein mangelndes Verständnis für die Notwendigkeit des regelmässigen Unterhaltes bemerkbar, vor allem auch der Mangel an ausgebildetem Personal, an Devisen für Ersatzteile, Treibstoff und Chemikalien sowie an geeigneten Organisationsstrukturen.

ENTWICKLUNG ANGEPASTER TECHNOLOGIEN FÜR ENTWICKLUNGSLÄNDER

Trotzdem können und sollen die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse und Erfahrungen der Industrieländer einen wichtigen Beitrag beim Lösen der Probleme in Entwicklungsländern leisten. **Es kann aber nicht darum gehen, unsere Technologien als solche zu übertragen, sondern die Anstrengungen sollten darauf gerichtet sein, Technologien zu modifizieren und zu entwickeln, welche den unterschiedlichen Bedingungen in Entwicklungsländern voll Rechnung tragen.** Leider herrscht oft die Meinung vor, "hohe" oder "moderne" Technologie sei gleichbedeutend mit "besserer" Technologie und Alternativen zu "modernen" und kapitalintensiven Technologien seien automatisch rückständige Technologien. Diese Meinung ist vor allem weit verbreitet bei Leuten der Elite in Entwicklungsländern, welche während ihrer Ausbildung in Europa, Amerika, Russland usw. praktisch ausschliesslich die Probleme und die entsprechenden technischen Lösungsansätze in Industrieländern kennengelernt haben. Auch die Lehrgänge und Forschungsaktivitäten der technischen Hochschulen in Entwicklungsländern konzentrieren sich zum grössten Teil auf die in den Industrieländern als richtig angesehenen Technologien.

In diesem Zusammenhang sollte immer wieder darauf hingewiesen werden, dass es grundsätzlich viel schwieriger und anspruchsvoller ist, die der jeweiligen Situation am besten angepasste Lösung zu finden, als überall die einmal gelernte "Konfektionslösung" anzuwenden. Leider sehen immer noch viele Ingenieure die berufliche Herausforderung primär darin, möglichst "moderne" (d.h. kapitalintensive) und komplizierte Technologien zu kennen, zu beherrschen und anzuwenden. Diese Haltung entspringt bewusst oder unbewusst der fragwürdigen Ueberzeugung, dass das, was in den Industrieländern des Nordens gemacht wird, grundsätzlich gut und erstrebenswert sei. Dabei sollte es immer die grösste und vornehmste Aufgabe eines Ingenieurs sein, die den jeweiligen Verhältnissen am besten angepasste Technologie vorzuschlagen. Dies erfordert aber ein sehr breites Wissen über Möglichkeiten und Grenzen verschiedenartiger Technologien und ist daher sehr anspruchsvoll.

Erst nach grossen Misserfolgen bei der

Anwendung von "westlichen" Technologien in verschiedensten Entwicklungsprojekten haben etwa vor 10 Jahren einzelne Entwicklungsorganisationen ernsthaft begonnen, im Bereich Wasserversorgung und Sanitärmassnahmen die Forschung und Entwicklung von angepassten Technologien für Entwicklungsländer zu unterstützen. In diesem Zusammenhang unterstützt auch die schweizerische Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und Humanitäre Hilfe (DEH) Forschungs- und Entwicklungsprojekte, welche von der "Gruppe für Umwelthygiene in Entwicklungsländern" (IRCWD) an der EAWAG in enger Zusammenarbeit mit Institutionen in Entwicklungsländern durchgeführt werden. So konnte beispielsweise an der EAWAG ein alternatives Verfahren für die Vorbehandlung von trübstoffreichem Rohwasser aus tropischen Oberflächengewässern systematisch untersucht und weiterentwickelt werden. Der in Fig. 2 schematisch dargestellte "Horizontal Flow Roughing Filter (HRF)" weist technisch ein ähnliches Niveau auf wie der seit langem bekannte Langsamsandfilter, benötigt ebenfalls weitgehend nur lokale Ressourcen (Material, einfach geschultes Personal, keine Chemikalien) und erfordert einen relativ kleinen Wartungsaufwand. In der ersten Projektphase wurden mittels Labor- und Pilotversuchen und unter Verwendung "moderner" Versuchs- und Messverfahren die massgebenden Mechanismen studiert und die Bemessungsrichtlinien ausgearbeitet. Darauf aufbauend werden zur Zeit in Demonstrationsanlagen in verschiedenen Entwicklungsländern praktische Erfahrungen mit diesem Aufbereitungsverfahren unter den effektiv herrschenden Bedingungen gesammelt.

In einem andern Projekt, wo es primär um die Uebertragung und Weiterentwicklung einer angepassten Technologie für die hygienisch einwandfreie Fäkalienentsorgung mit Wiederverwendung in der Landwirtschaft geht, arbeitet das IRCWD eng zusammen mit einer Organisation in Guatemala. Aufgrund einer ausführlichen Literatur-Studie verschiedener, in Entwicklungsländern traditionellerweise verwendeter Entsorgungstechnologien wurden vorerst die für die vorherrschenden Bedingungen in Guatemala am meisten erfolgversprechenden Technologien identifiziert. Vier verschiedene Prototypen wurden dann im Feld getestet. Auf Grund der Erfahrungen mit diesen Prototypen in bezug auf

importante au développement et à l'évaluation de technologies adaptées aux pays du Tiers Monde. Dans le passé, l'aide technique au développement et la coopération au développement respectivement, dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement étaient cependant fortement axées à échelle mondiale sur la construction physique d'installations telles que puits, pompes à main, stations de traitement des eaux usées, latrines, etc., souvent sous la "direction" "d'experts" étrangers. Proportionnellement à cela, très peu d'efforts furent entrepris et de ressources investies pour développer conjointement des technologies adaptées aux conditions particulières des pays du Tiers Monde. Ou encore, pour mieux comprendre les technologies utilisées traditionnellement dans beaucoup de pays en voie de développement et de les perfectionner à l'aide des connaissances scientifiques les plus récentes. Certes, il est indéniable que plusieurs organisations de coopération au développement sont en train de se réorienter dans cette direction. Cependant, il faut en même temps aussi faire remarquer qu'il existe également de très fortes tendances inverses. Comme par exemple la tendance déjà très répandue de l'aide au développement dite "liée", c.-à-d. que les subsides ne peuvent être utilisés que pour le financement de produits et services provenant du pays donateur. Un exemple suisse d'une aide au développement liée sont les crédits dits mixtes. Avec ce crédit mixte, le gouvernement d'un pays en voie de développement ou une organisation gouvernementale (par exemple une banque nationale pour le développement) reçoit un crédit en francs suisses qui lui permet de financer les produits et services suisses nécessaires aux projets prioritaires de développement. Le crédit de la Confédération est complété par un crédit parallèle d'un consortium de banques suisses; c'est pourquoi on l'appelle crédit mixte. Par conséquent, il est clair que l'aide au développement "liée" favorise considérablement le transfert et l'application directe de technologies provenant de pays industrialisés, et empêche plutôt le développement et l'application de technologies adaptées aux conditions spécifiques d'un pays du Tiers Monde. C'est pourquoi ce genre d'aide au développement ne peut être employée judicieusement que dans les pays qui ont déjà franchi le seuil de l'industrialisation, et présentent une certaine capacité d'assimilation pour les technologies "modernes" importées du Nord. □

verschiedene Kriterien (primär Akzeptanz durch die Bevölkerung, Kosten für Bau und Betrieb, hygienische Qualität des Endproduktes) wurde zur Weiterverbreitung die aus Vietnam bekannte, zweikammrige Trockenlatrine ausgewählt. Vieles deutet darauf hin, dass in diesem Latrintyp aus menschlichen Fäkalien bereits innerhalb von 6-8 Monaten humusartiges Material entsteht, welches frei von pathogenen Organismen ist. Da bis heute jedoch keine systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen vorliegen über die dafür massgebenden Mechanismen und die entsprechenden Einflussfaktoren, läuft zur Zeit ein Untersuchungsprogramm an mittlerweile in Betrieb genommenen Installationen unter Verwendung moderner wissenschaftlicher Methoden. Auf Grund dieser Untersuchungen wird es hoffentlich möglich sein, die Möglichkeiten und Grenzen dieser Technologie besser zu erkennen und das Verfahren zu optimieren.

AUSBLICK: WIDERSPRÜCHLICHE TENDENZEN

Die beiden erwähnten Forschungs- und Entwicklungsprojekte zeigen deutlich, dass die in den Industrieländern vorhandenen wissenschaftlichen Kenntnisse einen wichtigen Beitrag leisten können bei der Entwicklung und Evaluation angepasster Technologien in Entwicklungsländern. Die technische Entwicklungshilfe bzw. Entwicklungszusammenarbeit im Bereich Wasserversorgung und Sanitärmaßnahmen konzentrierte sich aber in der Vergangenheit weltweit sehr stark auf den physischen Bau von Installationen wie Brunnen, Handpumpen, Wasseraufbereitungsanlagen, Latrinen, usw., meist unter "Anleitung" ausländischer "Experten". Im Verhältnis dazu wurden sehr wenige Anstrengungen unternommen und Mittel eingesetzt, um gemeinsam Technologien zu entwickeln,

die den besonderen Verhältnissen in Entwicklungsländern angepasst sind, bzw. um die in manchen Entwicklungsländern traditionellerweise verwendeten Technologien besser zu verstehen und mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu optimieren. Es ist zwar eindeutig feststellbar, dass bei manchen Entwicklungsorganisationen ein Umdenken in dieser Richtung eingesetzt hat. Es muss aber auch gleichzeitig darauf hingewiesen werden, dass umgekehrte Tendenzen ebenfalls sehr stark sind. Dazu gehört der überall feststellbare Trend zu sog. "gebundener" Entwicklungshilfe, d.h. dass die Hilfgelder an die Finanzierung von Gütern und Dienstleistungen aus dem Geberland gebunden sind. Schweizerisches Beispiel für gebundene Entwicklungshilfe sind die sog. Mischkredite. Mit dem Mischkredit erhält die Regierung eines Entwicklungslandes oder eine staatliche Organisation (z.B. eine nationale Entwicklungsbank) einen Kredit in Schweizer Franken, deres ihr erlaubt, die für prioritäre Entwicklungsprojekte nötigen schweizerischen Güter und Dienstleistungen zu finanzieren. Der Kredit des Bundes wird durch einen parallelen Kredit eines schweizerischen Bankenkonsortiums ergänzt, weshalb man von einem Mischkredit spricht. Es ist somit naheliegend, dass "gebundene" Entwicklungshilfe in sehr starkem Masse die direkte Uebertragung und Anwendung von Technologien aus Industrieländern fördert, dagegen die Entwicklung und Anwendung von Technologien, welchen den spezifischen Verhältnissen im Entwicklungsland angepasst sind, eher verhindert. Diese Form der Entwicklungshilfe kann daher nur in jenen Ländern sinnvoll eingesetzt werden, welche die Schwelle zur Industrialisierung bereits überschritten haben und damit auch eine gewisse Aufnahmefähigkeit für "moderne", aus dem Norden importierte Technologien aufweisen. □



Roland Schertenleib, dipl. ing., ist Leiter des Fachbereichs "Siedlungshygiene in Entwicklungsländern" und des WHO Collaborating Centre, IRCWD, an der EAWAG.

Roland Schertenleib, ing. dipl., est chef de l'IRCWD (Groupe Approvisionnement en eau et assainissement dans les pays du Tiers Monde), Centre collaborant de l'OMS attaché à l'EAWAG.

ÖKOTOXIKOLOGIE IN SÜSSWASSERSYSTEMEN

Vom 27. bis 29. März 1988 fand am Institut für Pflanzenbiologie der Universität Zürich eine Tagung zum Thema Ökotoxikologie in Süßwassersystemen statt. Unter dem Patronat der European Science Foundation (ESF, die Dachorganisation der einzelnen, nationalen, europäischen Forschungsfonds und wissenschaftlichen Akademien) wurde die Veranstaltung von den beiden Mitarbeitern der Technischen Biologie der EAWAG, Dr. M. Snozzi und Dr. T. Egli, organisiert. Ziel der Tagung war es, die multidisziplinäre Problematik des noch jungen Forschungsgebietes Ökotoxikologie aufzuzeigen und einige wichtige Problemkreise von möglichst unterschiedlichen Gesichtspunkten her zu beleuchten. Auf diese Weise sollten Wissensbedürfnisse identifiziert werden, die es zu befriedigen gilt, damit durch internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit die Probleme gelöst werden können, welche durch die Freisetzung einer Vielzahl von Substanzen in unsere Umwelt entstehen.

Das Programm der Tagung (siehe nebenstehender Kasten) war in vier Themenbereiche gegliedert:

ECOTOXICOLOGIE DE SYSTÈMES D'EAU DOUCE

Du 27 au 29 mars 1988 a eu lieu, à l'Institut de phytobiologie de l'Université de Zurich, une conférence ayant pour objet l'écotoxicologie de systèmes d'eau douce. Patronée par l'European Science Foundation (ESF, qui chapeaute les académies scientifiques et fonds de recherche nationaux en Europe), cette manifestation a été organisée par deux collaborateurs du département de Biologie technique de l'EAWAG, MM. M. Snozzi et T. Egli.

La conférence se proposait de mettre en évidence les problèmes multidisciplinaires de ce domaine de recherche encore jeune que représente l'écotoxicologie et d'apporter, au sujet de certains problèmes majeurs, un éclairage aussi diversifié que possible. Cette démarche devait permettre d'identifier des besoins qu'il importe de satisfaire afin que la coopération internationale et interdisciplinaire puisse résoudre les problèmes posés par l'émission d'une multitude de substances dans notre environnement.

- I: Wege des Eintrags und der Verbreitung von toxischen Substanzen in Ökosystemen;
- II: Biochemische Aspekte;
- III: Primäre und sekundäre Effekte der Toxizität;
- IV: Experimentelle Systeme in der Ökotoxikologie.

Um eine Fokussierung des Tagungsprogrammes zu erreichen, blieben die Referate der ersten drei Themenkreise auf eine einzige Substanzklasse, die halogenierten nichtaromatischen Kohlenwasserstoffe, beschränkt. Es zeigte sich deutlich, dass auf dem Gebiete der Chemodynamik ein recht umfassendes Wissen vorhanden ist, welches in vielen Fällen quantitative Voraussagen über das Verhalten dieser Substanzen in der Umwelt ermöglicht. Die Übersicht über die Effekte und die Umwandlungen von halogenierten nichtaromatischen Kohlenwasserstoffen in lebenden Zellen zeigte, dass auch auf den Gebieten der Biochemie und Mikrobiologie eine beachtliche Menge an Information vorhanden ist.

Fortsetzung auf Seite 21

Le programme de la conférence (voir encadré) était subdivisé en quatre domaines thématiques:

- I: Voies d'introduction et de diffusion des substances toxiques dans les écosystèmes;
- II: Aspects biochimiques;
- III: Effets primaires et secondaires de la toxicité;
- IV: Systèmes expérimentaux de toxicologie.

Pour harmoniser le programme, les exposés des trois premiers domaines ont été centrés sur une seule catégorie de substances, les hydrocarbures halogénés non aromatiques. Il est clairement apparu que le domaine de la chimie dynamique offrait des vastes connaissances permettant, dans bien des cas, de prévoir quantitativement le comportement de ces substances dans l'environnement. L'exposé des effets et des transformations des hydrocarbures halogénés non aromatiques dans les cellules vivantes a montré que les domaines de la

Continué à page 20

Workshop on Ecotoxicology of Freshwater Systems Program

Session 1

Routes of entrance of compounds into ecosystems, Introduction by Chairman *Dr. W. Giger*, EAWAG/ETH, Switzerland

Chemodynamics of volatile halogenated hydrocarbons, *Dr. M. Ahel*, Rudjer Boskovic Institute, Yugoslavia

Chemodynamics of nonvolatile halogenated aliphatic hydrocarbons: chlorinated paraffins, *Dr. A. Bergman*, Wallenberg Laboratory, University of Stockholm, Sweden

Session 2

Biochemical aspects, Introduction by Chairman *Dr. A. H. Neilson*, Swedish Environmental Research Institute, Sweden

Aerobic and anaerobic transformations and degradation of halogenated hydrocarbons by microorganisms, *Prof. Dr. T. Leisinger*, ETH Zürich, Switzerland

Transformations and accumulation of halogenated hydrocarbons in higher organisms, *Prof. Dr. V. Ullrich*, University of Konstanz, Germany

Session 3

Toxicity, Introduction by Chairman *Prof. Dr. P. Peterson*, King's College London, United Kingdom

Primary effects: acute and chronic changes at the level of single organisms, *Prof. Dr. H. M. Bolt*, University of Dortmund, Germany

Secondary effects: population dynamics, long term stress, adaptation, development of resistance, *Dr. J. Solbé*, Water Research Centre, Marlow, UK

Quantitative structure activity relationship (QSAR) for chemicals and mixtures of chemicals, *Prof. Dr. M. Vighi*, Institute of Agricultural Entomology, University of Milan, Italy

Session 4

Experiments in the laboratory, in the field and in model systems, Introduction by Chairman *Dr. J. Solbé*, Water Research Centre, Marlow, UK

From organism to ecosystem, key processes and key species, *Prof. Dr. Peter Calow*, University of Sheffield, UK

Perspectives of experimental model ecosystems in ecotoxicology, *Dr. Arno Rosmarin*, The Royal Swedish Academy of Sciences, Sweden

MISSION ET RÔLE DE LA RECHERCHE DANS LA PROTECTION DES EAUX ET DE L'ENVIRONNEMENT

Ueli Bundi, Herbert Güttinger, Werner Stumm

En 1987, l'EAWAG a rédigé, pour le compte du Conseil suisse de la science, un rapport* sur "la détection avancée en politique de la recherche en matière de protection des eaux". La version abrégée de ce rapport figure dans le rapport annuel 1987 de l'EAWAG. Le présent article reprend le chapitre relatif à la mission et au rôle de la recherche universitaire.

AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES ET DES MOYENS D'ACTION

La recherche doit jouer un rôle pilote dans le dépistage rapide de nouveaux problèmes posés à l'environnement; l'analyse des problèmes et la fourniture immédiate des informations permettant d'agir, comportent parmi ses tâches les plus importantes. Cela implique en premier lieu la mise en évidence de développements favorables à l'environnement. Par ailleurs, la recherche doit être à même de réagir sans tarder face aux phénomènes nuisibles à l'environnement.

Toutes les activités menées dans le cadre de la protection de l'environnement reposent sur la compréhension des processus écologiques. L'amélioration permanente de cette compréhension constitue la base même de la recherche. Il s'agit en particulier d'analyser le fonctionnement des écosystèmes ainsi que des processus qui déterminent l'interaction entre eau, sol, air et êtres vivants et les répercussions des atteintes à l'environnement.

La recherche ne sera jamais en mesure de traiter l'ensemble des aspects des problèmes écologiques. Dans bien des domaines, sa contribution n'aura qu'une valeur d'exemple. Mais elle doit contribuer à généraliser des connaissances exemplaires pour aboutir à des concepts de protection des eaux et de l'environnement.

L'INFORMATION, CONDITION PRÉALABLE À L'APPLICATION DE MESURES

Comment garantir la rapidité de réaction du système d'application? Fréquemment, le manque de perspicacité et de connaissances des agents du système

d'application entrave la résolution des problèmes écologiques. Une vaste et profonde sensibilisation à l'existence de problèmes, à leurs causes et aux possibilités d'y remédier est une condition préalable à l'interprétation, l'acceptation et la réalisation des mesures de protection de l'environnement. La transmission des connaissances revêt donc une importance capitale.

Il faut souligner à cet égard l'impossibilité fréquente de démontrer en détail les relations de cause à effet de certains préjudices causés à l'environnement (par exemple, le dépérissement des forêts). En raison de la complexité de ces liens de causalité et de la quasi-impossibilité de les reproduire, il est souvent nécessaire d'adopter des mesures sur la base d'indices bien fondés. Mais cela n'est possible que si les agents du système d'application comprennent réellement ces faits et les soutiennent.

La recherche, productrice de savoir, doit, sans aucun doute, jouer un rôle crucial dans la transmission des connaissances. Compte tenu du nombre des agents du système d'application (pollueurs, hommes politiques, autorités, offices, citoyens, etc.), il est clair que cette tâche est difficile à délimiter et extrêmement exigeante.

ENSEIGNEMENT

La formation des universitaires doit tenir compte des plus récentes découvertes scientifiques. Cela s'applique également à la formation permanente qu'il faut assurer, étant donné l'évolution rapide de la science, à ceux qui exercent déjà une profession. Les résultats de la recherche doivent donc être intégrés dans la formation, ce qui ne va pas sans une participation active des chercheurs à l'enseignement.

Au premier plan de la formation initiale figure la transmission de fondements conceptuels. Leur connaissance représente une part essentielle de la capacité d'assimiler en permanence un nouveau savoir et de l'appliquer à bon escient.

Un expert en environnement doit être à

même de comprendre des systèmes environnants (naturels, techniques, sociaux) et de collaborer avec des spécialistes de diverses disciplines. La transmission de ces compétences exige des enseignants une attitude pédagogique particulière, car cette approche supra-disciplinaire fait encore souvent défaut dans les universités. Le développement d'une collaboration inter-disciplinaire se révèle très délicat pour la recherche et l'enseignement des sciences de l'environnement; il réclame des efforts sans relâche.

RELATIONS AVEC LA PRATIQUE

La connaissance des fondements scientifiques constitue la base de l'élaboration et de l'application de mesures de protection des eaux et de l'environnement. Les praticiens (autorités chargées de l'application, bureaux d'information, industrie) sont ainsi tributaires de la recherche, d'autant plus que même leurs vastes installations n'offrent souvent que peu de possibilités de recherche. En revanche, la recherche doit connaître les problèmes et les modes de pensée des praticiens pour pouvoir transmettre ses résultats avec justesse et efficacité. L'information entre la recherche et la pratique ne doit donc pas circuler à sens unique; un dialogue doit s'instaurer - par exemple, dans le cadre de projets communs.

La formation permanente des professionnels revêt une importance particulière. A ce sujet, la recherche doit apporter sa contribution, soit en proposant des cours ou en y participant, soit en ouvrant ses institutions aux congés de formation.

L'amélioration du transfert des connaissances peut aussi être obtenue par l'intensification des relations entre les Ecoles techniques supérieures (ETS) et les instituts de recherche, de même que par l'implication accrue de la pratique dans la promotion de la recherche.

Continué à page 20

* Expertise dans le cadre du projet "la détection avancée en politique de la recherche en matière de protection des eaux", confié en 1984 par le Conseil fédéral au Conseil suisse de la science. Publication de l'EAWAG No 1315.

AUFGABEN UND ROLLE DER FORSCHUNG IM GEWÄSSER- UND UMWELTSCHUTZ

Ueli Bundi, Herbert Güttinger, Werner Stumm

Die EAWAG hat 1987 im Auftrag des Schweizerischen Wissenschaftsrates einen Bericht* über die "Forschungs-politische Früherkennung im Gewässerschutz" verfasst. Die Kurzfassung dieses Berichtes findet sich im Jahresbericht 1987 der EAWAG. An dieser Stelle soll nun dasjenige Kapitel wiedergegeben werden, welches sich mit den Aufgaben und der Rolle der Hochschulforschung auseinandersetzt.

ERARBEITEN VON WISSEN UND HANDLUNGSUNTERLAGEN

Die Forschung muss die Führungsrolle spielen für die Früherkennung von neuen Umweltproblemen; Problemanalyse und möglichst frühzeitiges Bereitstellen von Handlungsunterlagen gehören zu ihren wichtigsten Aufgaben. Im Vordergrund steht dabei das vorsorgliche Aufzeigen der Möglichkeiten für umweltverträgliche Entwicklungen. Die Forschung muss andererseits in der Lage sein, rasch auf negative Umwelttendenzen zu reagieren. Das Verständnis der Umweltvorgänge ist Voraussetzung für alle Aktivitäten im Umweltschutz. Die andauernde Verbesserung dieses Verständnisses bildet die Basis der Forschungstätigkeit. Es geht insbesondere um die Erforschung des Funktionierens der Ökosysteme sowie der Prozesse, welche massgebend sind für die Interaktionen zwischen Lebewesen, Wasser, Boden und Luft und für die Auswirkungen der Umweltbelastungen. Die Forschung wird nie in der Lage sein, alle Aspekte der Umweltprobleme umfassend zu bearbeiten. Ihre Beiträge werden immer in vielen Belangen nur exemplarisch sein können. Die Forschung muss aber mithelfen, exemplarische Einsichten zu Gewässer- und Umweltschutzkonzepten zu verallgemeinern.

* *Expertise im Rahmen des Projektes "Forschungspolitische Früherkennung", welches der Wissenschaftsrat im Auftrag des Bundesrates seit 1984 durchführt. EAWAG-Publikation Nr. 1315.*

WISSENSVERMITTLUNG ALS VORAUSSETZUNG DES MASSNAHMENVOLLZUGES

Wie kann gewährleistet werden, dass das Vollzugssystem genügend rasch reagiert? Häufig wirken die mangelnde Einsicht und das mangelnde Wissen der Akteure des Vollzugssystems limitierend für die Lösung von Umweltproblemen. Das breit verankerte Wissen um die Existenz von Problemen, deren Ursachen und Abhilfemöglichkeiten, ist Voraussetzung für die Auslegung und die breit abgestützte Akzeptanz, somit für die Durchführung von Umweltschutzmassnahmen. Die Wissensvermittlung hat erstrangige Bedeutung.

Ein spezifischer Aspekt in diesem Zusammenhang ist die oftmalige Unmöglichkeit, Ursache-Wirkungsbeziehungen von Umweltbeeinträchtigungen (z.B. Waldsterben) im Detail nachzuweisen. Wegen der Kompliziertheit und teilweisen Nicht-Nachvollziehbarkeit solcher Beziehungen müssen Massnahmen oft aufgrund gut begründeter Indizien getroffen werden. Das ist aber nur möglich, wenn die Akteure des Vollzugssystems diesen Sachverhalt auch tatsächlich verstehen und unterstützen.

Die Forschung als Produzentin von Wissen muss in der Wissensvermittlung ohne Zweifel eine wichtige Rolle spielen. In Anbetracht der vielen Akteure des Vollzugssystems (Verursacher, Politiker, Behörden, Amtsstellen, Souverän usw.) wird klar, dass diese Rolle schwierig abzugrenzen ist und hohe Anforderungen stellt.

LEHRE

Die Ausbildung der Akademiker hat auf dem neuesten Stand des Wissens zu erfolgen. Das gilt auch für die angesichts der raschen Wissensentwicklung zu gewährleistenden, berufsbegleitenden Weiterbildung. Die Erkenntnisse der Forschung müssen somit in die Lehre einfließen. Das geht nicht ohne aktive Teilnahme der Forscher am Unterricht. Im Vordergrund der (Erst-)Ausbildung steht das Vermitteln konzeptueller Grundlagen. Deren Kenntnis macht einen wesentlichen Teil der Fähigkeit aus,

sich dauernd neues Wissen anzueignen und dieses nutzbringend anzuwenden.

Umweltexperten müssen in der Lage sein, Umweltsysteme (natürliche, technische, soziale) zu verstehen und mit Fachleuten verschiedener Disziplinen zusammenzuarbeiten. Das Vermitteln dieser Fähigkeiten erfordert von vielen Lehrenden einen eigenen Lernprozess, ist die disziplinübergreifende Arbeitsweise an den Hochschulen doch oft nur wenig entwickelt. Die Entwicklung des Zusammenwirkens verschiedener Disziplinen stellt hohe Anforderungen an die umweltwissenschaftliche Forschung und Lehre; sie erfordert dauernde Anstrengungen.

BEZIEHUNGEN ZUR PRAXIS

Die Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen bildet die Voraussetzung für die Entwicklung und Anwendung der Gewässer- und Umweltschutzmassnahmen. Die Praxis (Vollzugsbehörden, Beratungsbüros, Industrie) ist somit auf das Wissen der Forschung angewiesen, umso mehr, als selbst grössere ihrer Einheiten nicht oder nur teilweise über genügend Forschungsmöglichkeiten verfügen. Umgekehrt muss die Forschung die Probleme und die Denkweisen der Praxis kennen, um ihre Resultate sach- und adressatengerecht vermitteln zu können. Die Wissensvermittlung zwischen Forschung und Praxis darf also nicht eingleisig verlaufen; es muss ein Wissensdialog - z.B. im Rahmen gemeinsamer Projekte - stattfinden.

Von besonderer Bedeutung ist die (berufsbegleitende) Weiterbildung der Praktiker. Die Forschung muss hierzu ihre Beiträge leisten, sei es durch Anbieten von Kursen oder Beteiligung an solchen, oder sei es durch Öffnen ihrer Institutionen für Bildungsurlaube.

Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung des Wissenstransfers bestehen im Ausbau der Beziehungen zwischen den Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) und den Forschungsinstitutionen sowie im verstärkten Einbezug der klei-

Fortsetzung auf Seite 21

biochimie et de la microbiologie disposaient d'une quantité appréciable d'informations. Les études actuelles sont effectuées au laboratoire, aussi des efforts supplémentaires devront être fournis pour pouvoir quantifier les processus de biotransformation et de dégradation de ces substances dans les écosystèmes naturels.

Ainsi que l'a révélé la "réaction" du Rhin après l'accident de Schweizerhalle, l'évaluation d'effets toxiques dans des écosystèmes à un degré aigu pose moins de problèmes que la compréhension de leur comportement en cas de pollution chronique ou la concentration demeure très faible.

C'est précisément à ce stade, lorsque les phénomènes délétères secondaires jouent un rôle important, que l'analyse expérimentale des effets toxiques devient très difficile en laboratoire. La dernière partie de la conférence a donc essayé de donner un aperçu de ces effets secondaires et des systèmes expérimentaux actuellement ou éventuellement utilisables pour l'analyse et le dépistage de ces effets.

Il est clairement ressorti de ces exposés, que l'étendue et la complexité des problèmes auxquels est confrontée l'écotoxicologie, exigent une coopération multidisciplinaire. Pour cela, il faut d'abord surmonter les difficultés de concertation qui, de toute évidence, subsistent entre les diverses disciplines. Avec 67 participants de différentes nations et spécialisations, cette conférence y aura sans doute contribué.

Il est prévu que l'ESF publiera une synthèse de ces journées, synthèse comprenant les résumés des différents exposés. Une commission de l'ESF, le Scientific Advisory Committee on Environmental Toxicology (SACET), continuera par ailleurs à s'intéresser à ce sujet et à promouvoir la coopération internationale et interdisciplinaire.

Mario Snozzi et Thomas Egli

RELATIONS AVEC LE PUBLIC

Les découvertes de la recherche favorisent la sensibilisation du public et des hommes politiques à la protection de l'environnement. Cette contribution de la recherche ne doit pas être considérée comme seulement secondaire ou même fortuite. L'avance scientifique de la recherche entraîne l'obligation de soutenir activement la diffusion des découvertes en matière de protection de l'environnement. Il s'agit là d'une mission délicate, car elle se situe dans le champ des tensions politiques. Cela ne doit pas dispenser les instituts de recherche de mettre leurs capacités au service de la vulgarisation des découvertes scientifiques.

RELATIONS AVEC LA COOPÉRATION AU DÉVELOPPEMENT

La responsabilité qu'assument les pays riches envers les pays en voie de développement dans la résolution de leurs énormes problèmes sociaux, économiques et écologiques s'applique aussi aux instituts de recherche.

De nombreuses découvertes effectuées en Suisse sont également utiles aux pays nouvellement industrialisés. Le succès de leur application suppose toutefois une vaste connaissance des données économiques et institutionnelles de ces pays. Par contre, dans les pays pauvres, les travaux de recherche suisses ne sont applicables que dans une mesure limitée. Cela est dû aux énormes différences constatées au niveau des conditions économiques, socio-culturelles, institutionnelles et climatiques.

La recherche doit s'orienter en fonction de ces conditions si elle désire contribuer de façon déterminante à résoudre les problèmes écologiques des pays en voie de développement.

Cette tâche difficile exige un engagement à long terme des organismes de recherche, ce qui suppose l'existence ou la création des compétences nécessaires pour assurer le lien entre la recherche et la situation locale.

RELATIONS À L'INTÉRIEUR DE LA RECHERCHE

La Suisse ne sera jamais en mesure de fournir seule les connaissances nécessaires à la protection des eaux et de l'environnement. Elle est donc tributaire des découvertes effectuées sur le plan international. Mais, pour pouvoir les mettre à profit, elle a besoin d'une recherche d'excellente qualité, qui seule sera acceptée comme partenaire dans la communauté internationale de la recherche. La réussite et la crédibilité de la recherche dépendent en grande partie de sa qualité. Et une excellente qualité ne peut être obtenue que grâce à des chercheurs qualifiés. Pour parvenir à sélectionner de bons chercheurs, il est tout d'abord indispensable que les critères de qualité de la recherche soient connus des instituts de recherche eux-mêmes, ce qui exige une propre expérience de plusieurs années. De plus, les organismes de recherche doivent offrir un cadre attrayant (thématique, normes, moyens, statut, climat intellectuel).

RÉSUMÉ

La recherche doit jouer un rôle pilote dans le dépistage rapide des problèmes écologiques et la mise en évidence de développements favorables à l'environnement. Elle ne sera jamais en mesure de traiter l'ensemble des problèmes, mais doit contribuer à généraliser des découvertes exemplaires pour aboutir à des concepts de protection des eaux et de l'environnement. La formation initiale et permanente des experts en environnement doit être assurée en grande partie par les chercheurs. L'application pratique des découvertes scientifiques exige un dialogue entre les chercheurs et les praticiens. La recherche doit s'engager pour la diffusion des découvertes scientifiques. Sa contribution à la résolution des problèmes écologiques rencontrés par les pays en voie de développement présuppose une profonde connaissance de la situation locale et réclame un engagement à long terme. Par ailleurs, la Suisse est tributaire de l'utilisation des découvertes de la recherche internationale; elle a besoin, à cet effet, d'une recherche nationale de qualité.

nen und mittleren Einheiten der Praxis in die Forschungsförderung.

BEZIEHUNGEN ZUR OEFFENTLICHKEIT

Die Erkenntnisse der Forschung beeinflussen das Umweltschutz-Bewusstsein der Bevölkerung und der Politiker. Dieser Beitrag der Forschung soll nicht lediglich als Neben- oder gar Zufallsprodukt behandelt werden. Der Wissensvorsprung der Forschung bringt die Verpflichtung mit sich, die Verbreitung der Umweltschutz-Einsichten aktiv zu unterstützen. Es handelt sich dabei allerdings um eine heikle Aufgabe, ist sie doch im politischen Spannungsfeld wahrzunehmen. Das darf die Forschungsinstitutionen nicht davon entbinden, einen Teil ihrer Kapazitäten für die Popularisierung der Forschungsergebnisse zur Verfügung zu stellen.

BEZIEHUNGEN ZUR ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT

Die Verantwortung der reichen Länder, die Entwicklungsländer in der Lösung ihrer enormen sozialen, ökonomischen und Umwelt-Probleme zu unterstützen, gilt auch für die Forschungsinstitutionen. Viele der schweizerischen Forschungsergebnisse sind auch für die industrialisierten Schwellenländer nützlich. Ihre erfolgreiche Anwendung bedingt allerdings ein weitgehendes Verständnis der ökonomischen und institutionellen Gegebenheiten dieser Länder. In den armen Entwicklungsländern hingegen sind die schweizerischen Forschungsarbeiten nur sehr beschränkt anwendbar. Der Grund dafür liegt in den völlig verschiedenen ökonomischen, sozio-kulturellen, institutionellen und klimatischen Bedingungen. Die Forschung muss sich an diesen Bedingungen orientieren, will sie wesentliche Beiträge zur Lösung der Umweltprobleme in den Entwicklungsländern leisten.

Diese schwierige Aufgabe erfordert ein langfristiges Engagement der Forschungsinstitutionen, das voraussetzt, dass die für den Brückenschlag zwischen Forschung und lokaler Situation erforderliche Kompetenz vorhanden ist oder geschaffen wird.

Die Schweiz wird nie in der Lage sein, das für den Schutz der Gewässer und der Umwelt erforderliche Wissen alleine zu beschaffen. Sie ist darauf angewiesen, die international gewonnenen Erkenntnisse zu nutzen. Damit sie das kann, braucht sie eine eigene, qualitativ hochstehende Forschung. Denn nur diese wird in der internationalen Forschungsgemeinschaft als Gesprächspartner akzeptiert und ist fähig, die Forschungsergebnisse zu interpretieren und zu nutzen. Erfolg und Glaubwürdigkeit der Forschung hängen im wesentlichen von ihrer Qualität ab. Gute Qualität kann nur durch gut qualifizierte Forscher erbracht werden.

Damit eine Selektion von guten Forschern erzielt werden kann, ist es zunächst einmal unerlässlich, dass die Qualitätskriterien der Forschung an den Forschungsinstitutionen selber bekannt sind, was langjährige eigene Forschungserfahrung erfordert. Sodann müssen die Forschungsinstitutionen ein attraktives Umfeld (Thematik, Forschungsstandards, Mittel, Status, geistiges Klima) anbieten können.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Forschung muss die Führungsrolle spielen für die Früherkennung von Umweltproblemen und das Aufzeigen von umweltverträglichen Entwicklungen. Sie wird nie in der Lage sein, alle Umweltprobleme umfassend zu bearbeiten, hat aber mitzuhelfen, exemplarische Einsichten zu Gewässer- und Umweltschutzkonzepten zu verallgemeinern. Die Aus- und Weiterbildung der Umweltexperten muss zu einem wesentlichen Teil von den Forschern getragen werden. Zur praktischen Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse ist ein Wissensdialog zwischen der Forschung und der Praxis nötig. Die Forschung muss sich auch für die Popularisierung der Forschungsergebnisse einsetzen. Forschungsbeiträge zur Lösung von Umweltproblemen in Entwicklungsländern setzen eingehende Kenntnisse der dortigen Verhältnisse voraus und erfordern ein langfristiges Engagement. Im übrigen ist die Schweiz auf die Nutzung der internationalen Forschungsergebnisse angewiesen; dazu benötigt sie eine eigene, hochstehende Forschung.

Diese Studien sind jedoch noch weitgehend ans Labor gebunden, und es wird noch einige Anstrengungen erfordern, bis quantitative Aussagen über Biotransformation- und Abbauprozesse für diese Substanzen in natürlichen Ökosystemen gemacht werden können.

Wie auch die Reaktion des Rheins nach dem Unfall in Schweizerhalle gezeigt hat, ist die Beurteilung von toxischen Effekten in Ökosystemen im akuten Bereich weniger ein Problem, als das Verständnis ihres Verhaltens bei chronischer Belastung im subakuten Konzentrationsbereich. Gerade in diesem Bereich, in welchem sekundäre Schadenphänomene eine wichtige Rolle spielen, wird die experimentelle Untersuchung toxischer Effekte in Laborsystemen sehr schwierig. Im letzten Teil der Tagung wurde deshalb auch versucht, eine Uebersicht zu geben über solche sekundären Effekte und die möglichen, resp. bis heute verwendeten Experimentalsysteme, welche zur Untersuchung und Erkennung solcher Effekte verwendet wurden.

Die Tagung hat klar gezeigt, dass die anstehenden Probleme auf dem Gebiet der Ökotoxikologie so komplex und vielseitig sind, dass sie nur in multidisziplinäre Zusammenarbeit gelöst werden können. Dazu müssen die Verständigungsschwierigkeiten, welche zwischen einzelnen Disziplinen offensichtlich bestehen, zuerst beseitigt werden. Dazu hat diese Tagung mit 67 Teilnehmern aus verschiedenen Fachgebieten und Ländern sicher beigetragen.

Es ist geplant, eine Zusammenfassung der Tagung mit Kurzfassungen der Hauptvorträge durch die ESF zu publizieren. Eine Kommission der ESF, das Scientific Advisory Committee on Environmental Toxicology (SACET) wird sich auch weiterhin mit diesem Thema beschäftigen und die internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern helfen.

Mario Snozzi und Thomas Egli

**NEUES ÜBER DIE EAWAG
UND IHRE MITARBEITER**

**NOUVELLES CONCERNANT L'EAWAG
ET SES COLLABORATEURS**

*Teilnehmer des 8. Nachdiplomstudiums
in Siedlungswasserbau und Gewässerschutz*

*Participants au 8^{ème} cours de 3^e cycle
en génie sanitaire et protection des eaux*



Vorderste Reihel/premier rang: Emil Greber, Claudia Pahl-Wostl, Matthias Krödel, Pia Kugler, Sabine Brugger, Vincent Rebstein, Josef Tremp; zweite Reihel/deuxième rang: Joachim Guthruf, Andreas Schöll, Katrin Seiler, Peter Schwer, Markus Ammann, Stefan Haderlein, Martin Hess, Antonio Adrover-Leuenerger; hinterste Reihel/dernier rang: Albert Pazeller, Louis Egger, Homir Peric, Heiner Sturzenegger.

PUBLIKATIONEN DER EAWAG

Solange Vorrat sind Separata auf Anfrage
bei der EAWAG erhältlich.

PUBLICATIONS DE L'EAWAG

Les publications peuvent être obtenues sur demande, jus-
qu'à épuisement du stock, à la bibliothèque de l'EAWAG

Korrigendum

1239

Höhn, E., Santschi, P.: Interpretation of Tracer Displacement During Infiltration of River Water to Groundwater. *Water Resources Res.* 23, 4, 633-640 (1987).

Neueingänge:

1269

Brunner, P.H., Müller, M.D., McDow, St. R., Mönch, H.: Total Organic Carbon Emissions From Municipal Incinerators. *Waste Managem. & Res.* 5, 355-365 (1987).

1270

Kuhn, E., van Loosdrecht, M., Giger, W., Schwarzenbach, R.P.: Microbial Degradation of Nitrilotriacetate (NTA) During River Water/Groundwater Infiltration: Laboratory Column Studies. *Water Res.* 21, 1237-1248 (1987).

1271

Siegrist, H., McCarty, P.L.: Column Methodologies for Determining Sorption and Biotransformation Potential for Chlorinated Aliphatic Compounds in Aquifers. *J. of Contaminant Hydrol.* 2, 31-50 (1987).

1272

Stumm, W., Wehrli, B., Wieland, E.: Surface Complexation and Its Impact on Geochemical Kinetics. *Croatica Chim. Acta* 60, 429-456 (1987).

1273

Santschi, P.H., Höhn, E., Lück, A., Farrenkothen, K.: Tritium as a Tracer for the Movement of Surface Water and Groundwater in the Glatt Valley, Switzerland. *Environ. Sci. & Technol.* 21, 909-916 (1987).

1274

Johnson, Carola A., Sigg, Laura, Zobrist, J.: Case Studies on the Chemical Composition of Fogwater: The Influence of Local Gaseous Emissions. *Atmospheric Environ.* 21, 2365-2374 (1987).

1275

Höhn, E., Santschi, P.H.: Traced River Water as a Basis for Protection Schemes of Ground Water Recharged by the River. 19th Congress Int. Assoc. Hydrologists, Sympos. on Ground-Water Protection Areas, Karlovy Vary, CSSR, 8-15 Sept. 1986, pp. 19- 206.

1276

Stumm, W.: Impact of Resource Use on the Hydrosphere and Aquatic Ecosystems. In: "Resources and World Development" (D.J. McLaren and B.J. Skinner, Eds), J. Wiley & Sons, New York 1987, pp. 377-398.

1277

Schaffner, C., Ahel, M., Giger, W.: Field Studies on the Behaviour of Organic Micropollutants During Infiltration of River Water to Groundwater. *Water Sci. Technol.* 19, 1195-1196 (1987).

1278

Wang, Z., Stumm, W.: Heavy Metal Complexation by Surfaces and Humic Acids: a Brief Discourse on Assessment by Acidimetric Titration. *Netherlands J. Agricult. Sci.* 35, 231-240 (1987).

1279

Bundi, U., Stegemann, W.: UVP von Hochwasserschutzmassnahmen an Bächen im Zürcher Weinland. *Gas, Wasser, Abwasser* 67, 701-711 (1987).

1280

Berelson, W.M., Buchholtz, M.R., Hammond, D.E., Santschi, P.H.: Radon Fluxes Measured With the MANOP Bottom Lander. *Deep-Sea Res.* 34, 1209-1228 (1987).

1281

Faust, B.C., Hoigné, J.: Sensitized Photooxidation of Phenols by Fulvic Acid and in Natural Waters. *Environ. Sci. & Technol.* 21, 957-963 (1987).

1282

Zeyer, J., Eicher, Petra, Wakeham, S.G., Schwarzenbach, R.P.: Oxidation of Dimethyl Sulfide to Dimethyl Sulfoxide by Phototrophic Purple Bacteria. *Appl. & Environ. Microbiol.* 53, 2026-2032 (1987).

1283

Urech, J.A.: Untersuchungen über den Langzeiteinfluss von Schwermetallen auf das Crustaceen-Plankton. Diss. ETH Zürich Nr. 8337, 1987.

1284

Baccini, P., Henseler, G., Figi, R., Belevi, H.: Water and Element Balances of Municipal Solid Waste Landfills. *Waste Managem. & Res.* 5, 483-499 (1987).

1285

Bryers, J.D., Mason, C.A.: Biopolymer Particulate Turnover in Biological Waste Treatment Systems: a Review. *Bioprocess Engng.* 2, 95-109 (1987).

1286

Hamer, G.: Poster Review Lecture: Microbial Physiology. *Proc. 4th Eur. Congr. Biotechnol.* (Eds. O.M. Neijssel et al.). Elsevier Science Publ. B.V., Amsterdam 1987, Vol. 4, pp. 235-247.

1287

Zürcher, F.: Ionenchromatographie von hochalpinem Schnee. In: "Labor 2000", Sonderpubl. zu *Ztschr. Labor Praxis* 87/88, Vogel-Verlag, Würzburg, 1987, S. 54-62.

1288

Stammach, M.R.: Untersuchungen zur Pyrolyse von Klärschlamm in der Wirbelschicht. Diss. ETH Zürich, Nr. 8441, 1987.

1289

Schneider, J., Müller, J., Sturm, M.: Die sedimentologische Entwicklung des Attersees und des Traunsees im Spät- und Postglazial. *Mitt. Kommission für Quartärforschg., Oesterr. Akad. Wiss.* 7, 51-78 (1987).

1290

Siegrist, H., Gujer, W.: Demonstration of Mass Transfer and pH Effects in a Nitrifying Biofilm. *Water Res.* 21, 1481-1487 (1987).

1291

Santschi, P.H., Amdurer, M., Adler, D., O'Hara, P., Li, Y.-H., Löring, P.: Relative Mobility of Radioactive Trace Elements Across the Sediment-Water Interface in the MERL Model Ecosystems of Narragansett Bay. *J. Marine Res.* 45, 1007-1048 (1987).

1292

Von Gunten, H.R., Sturm, M., Erten, H.N., Rössler, E., Wegmüller, F.: Sedimentation Rates in the Central Lake Constance Determined with ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs. *Schweiz. Z. Hydrol.* 49/3, 275-283 (1987).

1293

Matschullat, J., Heinrichs, H., Schneider, J., Sturm, M.: Heavy Metal Contents in Lake Sediments of the Western Harz Mountains (FRG). *Chem. Erde* 47, 181-194 (1987).

1294

Huber, J., Sigel, O., Brunner, P.H.: Survey of Sewage Sludge Disinfection Processes. Concerted Action: Treatment and Use of Organic Sludge and Liquid Agricultural Wastes. COST Project 681. Commission of the European Communities. 1987, o.O., 125 pp.

1295

Hamer, G.: Continuous Culture of Bacteria with Special Reference to Activated Sludge Wastewater Treatment Processes. In: "Environmental Biotechnology" (C.F. Forster & D.A.J. Wase, eds.). Ellis Horwood Ltd., Chichester 1987, chapter 8, pp. 318-346.

1296

Wan, G., Santschi, P.H.: Prediction of Radionuclide Inventory for Sediment in Lake Greifen (Switzerland). *Sci. Geogr. Sin.* 7, 353-363 (1987). (Chinese, english abstract)

1297

Zürcher, F., Gisler, B.: Der Beitrag von Ammoniak zur nassen Deposition von Schwefelverbindungen. *Proc. 4th Eur. Sympos. on Physico-Chemical Behaviour of Atmospheric Pollutants* (Eds. G. Angeletti, G. Restelli), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht 1987, pp. 480-488.

1298

Neftel, A., Sigg, A., Zürcher, F.: Acid Deposition in a Snow Field at 2500 m.a.s.l in Switzerland. *Proc. 4th Eur. Sympos. on Physico-Chemical Behaviour of Atmospheric Pollutants* (Eds. G. Angeletti, G. Restelli), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht 1987, 500-510.

1299

Sigg, A., Neftel, A., Zürcher, F.: Chemical Transformations in a Snow Cover at Weissfluhjoch, Switzerland, Situated 2500 m.a.s.l. In: "Seasonal Snowcovers: Physics,

Impressum

Die Mitteilungen der EAWAG sind das Informationsbulletin der EAWAG. **Copyright:** Abdruck, auch auszugsweise, ist unter Benachrichtigung der Herausgeberin und der Autoren und mit Quellenangabe "Abdruck aus den *Mitt. EAWAG 25 (1988)*" gestattet.

Druck: auf Original-Umweltschutzpapier (aus 100% Altpapier, wasser-, rohstoff-, energiesparend, im geschlossenen Wasserkreislauf, unter Vermeidung von Entfärbung, Bleichung und Wiedereinfärbung) der Firma Widmer-Walby AG, CH-4655 Oftringen.

Redaktion: Diana Hornung

Herausgeberin/Editeur: EAWAG (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Gewässerschutz und Abwasserreinigung / Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux) Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf. ☎ (01) 823 5010.

Impressum

Les Nouvelles de l'EAWAG sont le bulletin d'information de l'EAWAG. Copyright: La reproduction des articles est autorisée à condition de mentionner expressément "tiré des Nouv. EAWAG 25 (1988)" et d'informer les auteurs ainsi que la rédaction.

Imprimé: sur du papier recyclé original (100% vieux papier), fabriqué en épargnant les eaux, les ressources, l'énergie, en circuit d'eau fermé, sans décoloration, sans blanchiment et sans coloration) par la papeterie et la cartonnerie Widmer-Walby S.A., CH-4665 Oftringen.

Rédaction: Diana Hornung

Chemistry, Hydrology" (Eds. H.G. Jones, W.J. Orville-Thomas), D. Reidel Publ. Co., Dordrecht 1987, 269-279.

1300

Ulrich, H.-J., Stumm, W., Cosovic, Bozena: Adsorption of Aliphatic Fatty Acids on Aquatic Interfaces. Comparison between Two Model Surfaces: The Mercury Electrode and δ - Al_2O_3 Colloids. *Environ. Sci. & Technol.* 22, 37-41 (1988).

1301

Santschi, P.H., Bajo, C., Mantovani, M., Orciuolo, D., Cranston, R.E., Bruni J.: Uranium in Pore Waters From Northern Atlantic (GME and Southern Nares Abyssal Plain) Sediments. *Nature* 331, No. 6152, 155-157 (1988).

1302

Anderson, R.F., Santschi, P.H., Nyffeler, U.P., Schiff, S.L.: Validating the Use of Radiotracers as Analogs of Stable Metal Behaviour in Enclosed Aquatic Ecosystem Experiments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44, 251-259 (1987).

1303

Uehlinger, U., Bloesch, J.: The Influence of Crustacean Zooplankton on the Size Structure of Algal Biomass and Suspended and Settling Seston (Biomaniplulation in Limnocorrals II). *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrobiol.* 72, 473-486 (1987).

1304

Zobrist, J., Sigg, Laura, Stumm, W., Zürcher, F.: Der Nebel als Träger konzentrierter Schadstoffe. *Gewässerschutz, Wasser, Abwasser* Nr. 100, Aachen 1987, S. 371-393.

1305

Peter, A.J.: Untersuchungen über die Populationsdynamik der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) im System der Wigger, mit besonderer Berücksichtigung der Besatzproblematik. Diss. ETH Zürich Nr. 8307, 1987.

1306

Rippmann, U.C.: Biologie und Bewirtschaftung der Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) des Vierwaldstättersees unter besonderer Berücksichtigung der urreinischen Gewässer. Diss. ETH Zürich Nr. 8449, 1987.

1307

Xuemin, G., Fowler, M.G., Comet, P.A., Manning, D.A.C., Douglas, A.G., McEvoy, J., Giger, W.: Investigation of Three Natural Bitumens from Central England by Hydrous Pyrolysis and Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Chem. Geol.* 64, 181-195 (1987).

1308

Egli, T.: (An)aerobic Breakdown of Chelating Agents Used in Household Detergents. *Microbiol. Sci.* 5, 36-41 (1988).

1309

Hoigné, J., Bader, H.: The Formation of Trichloronitromethane (Chloropicrin) and Chloroform in a Combined Ozonation/Chlorination Treatment of Drinking Water. *Water Res.* 22, 3, 313-319 (1988).

1310

Leuenberger, C. Czuzwa, J., Treppe, Giger, W.: Nitrated Phenols in Rain: Atmospheric Occurrence of Phytotoxic Pollutants. *Chemosphere* 17, 511-515 (1988).

1311

Bloesch, J., Bossard, P., Bühner, H., Bürgi, H.R., Uehlinger, U.: Can Results From Limnocorral Experiments be Transferred to in Situ Conditions? *Hydrobiologia* 159, 297-208 (1988).

1312

Schwarzenbach, R.P., Stierli, Ruth, Folsom, B.R., Zeyer, J.: Compound Properties Relevant for Assessing the Environmental Partitioning of Nitrophenols. *Environ. Sci. & Technol.* 22, 83-92 (1988).

1313

Munz, C., Roberts, P.V.: Air-Water Phase Equilibria of Volatile Organic Solutes. *J. Amer. Water Works Assoc.* 79, 62-70 (1987).

1314

Zobrist, J.: Grundwasser-Chemismus im Testareal Kirchberg—Beurteilung der Beeinflussung der Grundwasserqualität durch Wärmenutzung. Teilber. C des Projekts Natürlicher und künstlicher Wärmeeintrag—Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt im Testgebiet Kirchberg (*Nat. Forsch. Progr. Wasserhaushalt*), 30.11.1987, (Unveröffentlicht).

Anmeldetalon für ein Abonnement:

Neuabonnenten willkommen! Zweimal jährlich erscheinen die Mitteilungen der EAWAG in Deutsch und Französisch und einmal jährlich in Englisch.

AN DIE BIBLIOTHEK, EAWAG, CH - 8600 DÜBENDORF

Adressänderung
Changement d'adresse

Bitte senden Sie mir die Mitteilungen der EAWAG an folgende Adresse.
Veillez m'envoyer régulièrement les Nouvelles de l'EAWAG à l'adresse suivante.

Bitte schicken Sie mir folgende Publikationen:
Veillez m'envoyer les publications suivantes:

Name und Datum/ *Nom et date:*

Talon pour un abonnement:

Les nouveaux abonnés sont les bienvenus! Les Nouvelles de l'EAWAG paraissent deux fois par année en français et en allemand, et une fois par année en anglais.

Adresse:

.....
.....
.....
.....

Bevorzugte Ausgabe/Edition préférée:

deutsch/français

english