

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Schweizer Ingenieur und Architekt   |
| <b>Herausgeber:</b> | Verlags-AG der akademischen technischen Vereine                                       |
| <b>Band:</b>        | 109 (1991)  |
| <b>Heft:</b>        | 37  |
| <br><b>Artikel:</b> | Boden- und Wasserschutz heute: Entwicklungen und Tendenzen                            |
| <b>Autor:</b>       | Niggli, Marianne  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-86007">https://doi.org/10.5169/seals-86007</a> |

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 22.02.2026

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

Mit ein Grund, dass bei technischen Projekten auch mit nur geringen Folgen auf die Umwelt, die Auseinandersetzungen Formen annehmen, die weitab jeder Sachlichkeit stehen. Die vorgespielte Gesprächsbereitschaft entpuppt sich oftmals nur als Alibi eines unnachgiebigen Standpunktes (vgl. Kernenergiediskussion). Entscheidet sich der Souverän trotzdem anders, gibt man sich empört.

Ein nachgerade makabres Beispiel dieser Art bietet der hohe Phosphorgehalt im Sempachersee. Die ganze Publizität rund um dieses sicher nicht einfach zu lösende Problem mahnt einen mehr an mittelalterliche Hexenprozesse als an eine saubere wissenschaftliche Bearbeitung. Mit unzähligen Behauptungen, von denen keine einer näheren Prüfung standhalten würde, schieben die zuständigen Organe alle Schuld der Landwirtschaft zu. So sollen Schweine als Folge veränderter Futterzusammensetzung und Mastintensität 80% mehr Phosphor als früher ausscheiden. Auch würden viele Futtermühlen schon seit Jahren dem Schweinefutter zuviel Phosphor beifügen. Offenbar aus lauter Böswil-

ligkeit. Die hohen Phosphorkonzentrationen in Gewässern sind primär ein städtisches Problem, denn Phosphatverbindungen aus häuslichen Abwässem bilden einen wesentlichen Teil der Gewässerbelastung (vgl. Heft 38/88, Seite 1065). Mit dieser eindeutigen Schuldzuweisung, selbstverständlich ohne Anhören der Angeklagten, scheint für viele das Problem vom Tisch. Eine Alternative in Erwägung zu ziehen, die dem Patienten Sempachersee ebenso auf die Beine helfen könnte, ist mit einem zu grossen Gesichtsverlust verbunden.

### Ethik, Verantwortung und Umweltverträglichkeitsprüfung

Eine der häufigsten Methoden, sich der Verantwortung zu entziehen, besteht darin, eine Naturzerstörung an einem Ort durch ein Naturschutzgebiet andernorts zu entschädigen. Eine wirklich billige Art und Weise, das schlechte Gewissen zu beruhigen. Zudem handelt es sich beim «andernorts» meistens um wirtschaftlich benachteiligte Randre-

gionen. Obwohl das landesplanerische Leitbild im Interesse sozialen Ausgleichs eine wirtschaftliche Entwicklung solcher Gebiete vorsieht, gelten sie als potentielle Ausgleichsflächen. Die wirtschaftliche Agonie solcher Talschaften wird dazu missbraucht, dass sich besser entwickelte Regionen noch besser entwickeln, überentwickeln. Dafür sorgt schon die Umweltverträglichkeitsprüfung. In den erwähnten Randregionen, die sich bei Bedarf urplötzlich in Gebiete von nationaler Bedeutung verwandeln, werden an wirtschaftsfördernde Projekte unverhältnismässig strenge Massstäbe angelegt. Eine UVP notabene, die sich ausserstande sieht, ihre Kriterien als eindeutig definierbare Werte auf den Tisch zu legen. Offenbar lässt sich mit nebulösen Begriffen wie «Lebensstättentyp mit hoher natürlicher Dynamik» oder einer «der Ausbreitungsökologie angepasste Tier- und Pflanzenwelt» leicht und gut verdienen.

Adresse des Verfassers: *Alex Stuber, Architekt SIA, Via d'Arövens, 7504 Pontresina.*

## ASIC-Artikelreihe: Neuzeitliche Aufgaben

# Boden- und Wasserschutz heute

## Entwicklungen und Tendenzen

**Luft, Boden und Wasser hängen im Ökosystem der Erde eng zusammen, welches auf äussere Einflüsse sehr empfindlich reagiert. Deshalb ist ein umfassender Schutz unserer Umwelt dringend notwendig. Neue Denkansätze sind bereits erkennbar. Für den qualitativen und quantitativen Boden- und Wasserschutz werden hier neue gesetzliche Vorschriften erläutert und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert.**

Luft, Boden und Wasser, das sind die drei Hauptbestandteile des Ökosystems, in und von dem wir leben. Diese

welcher bisher oft einseitig, nämlich wirtschaftlich orientiert war. Dies ist in unserer heutigen Gesellschaft mit den aktuellen Umweltproblemen nicht mehr möglich. Dabei befinden sich der praxisorientierte Naturwissenschaftler und der Ingenieur in einem ausgeprägten Spannungsfeld: Zum einen hinkt die Gesetzgebung hinter den neuen Erkenntnissen und Ansätzen hinterher, so dass die Grundlage für die Ausführung von umweltgerechten Projekten häufig fehlt. Zum andern besteht im Rahmen eines Projektes meist ein enges Korsett von Randbedingungen, das eine umweltfreundliche Realisierung erschwert.

Im folgenden werden Entwicklungen und Tendenzen aus den Bereichen des

VON MARIANNE NIGGLI,  
BADEN

drei Sphären sind nicht voneinander zu trennen, sondern hängen eng in einem Wasser- und Stoffkreislauf zusammen (siehe Bild 1).

Die Zusammenhänge in diesem heterogenen System sind äusserst komplex, oft schwierig vorauszusagen und fordern deshalb vermehrt ein ganzheitliches Denken. Sie verlangen zudem eine Veränderung unseres Denkansatzes,

Boden- und Wasserschutzes aufgezeigt und anhand von einigen Beispielen aus der Praxis illustriert.

## Boden

### Gesetzliche Grundlagen

Die bisherigen Anstrengungen im Bereich des Umweltschutzes konzentrierten sich vor allem auf den Schutz der Gewässer und auf Massnahmen zur Reinhaltung der Luft. Mit dem Boden als einer bedrohten Lebensgrundlage beschäftigt man sich in der Schweiz erst seit wenigen Jahren, mindestens was den qualitativen Schutz anbelangt. Wie das Wasser muss jedoch auch der Boden in qualitativer und quantitativer Hinsicht geschützt werden. Auf den quantitativen Schutz des Bodens, welcher über die Instrumente der Raumplanung verwirklicht ist, wird hier nicht näher eingegangen.

Der Schutz des Bodens erhielt erst mit dem Umweltschutzgesetz [2] und der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo, siehe [3]) Gewicht. Art. 4 des VSBo verpflichtet die Kantone zur eingehenderen Beobachtung der Bodenbelastung in Gebieten, von denen fest-

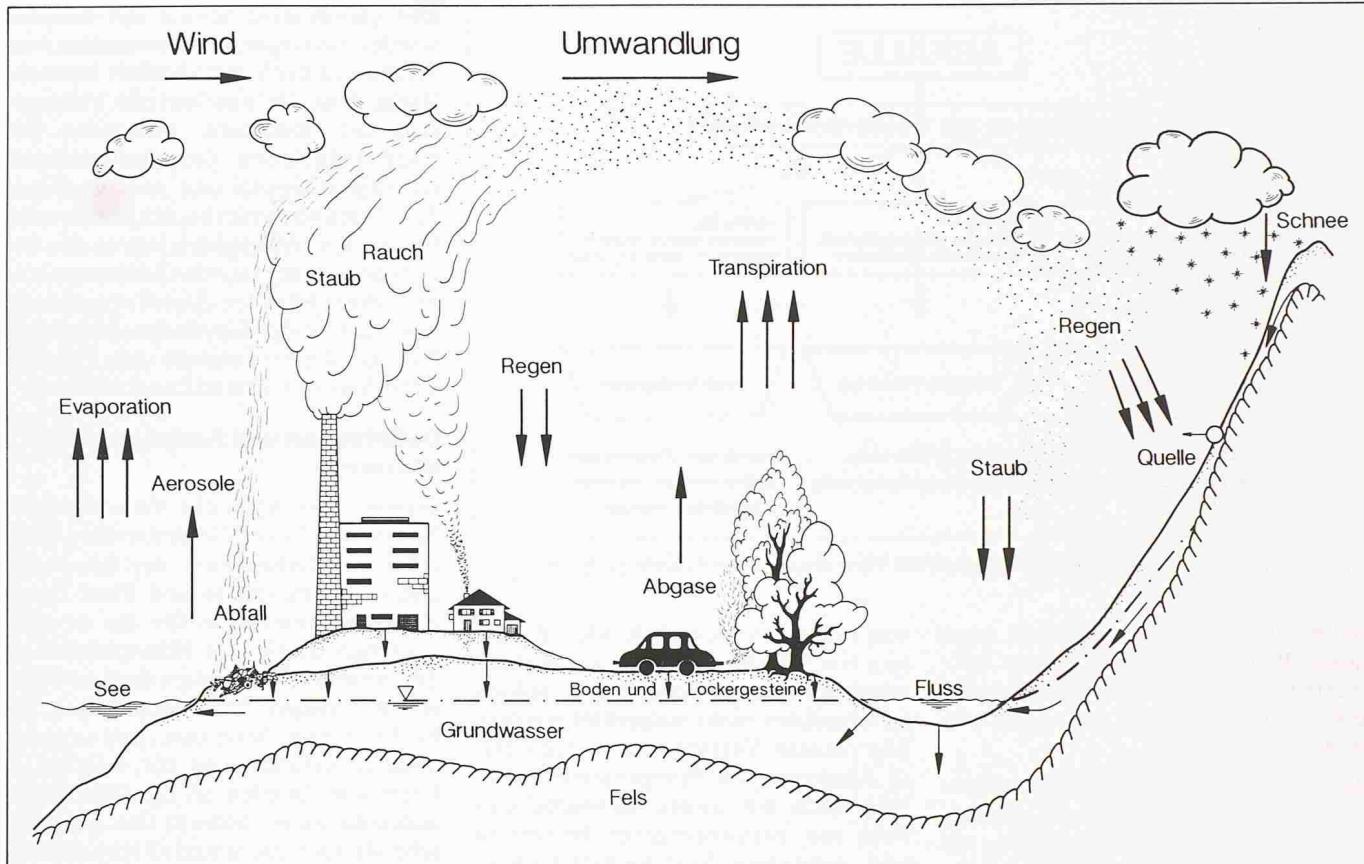


Bild 1. Schematische Darstellung des Wasser- und Stoffkreislaufes, umgezeichnet nach [1]

steht oder angenommen werden muss, dass der Schadstoffgehalt des Bodens über dem natürlichen Gehalt liegt oder dass im Boden vorhandene künstliche Schadstoffe die Bodenfruchtbarkeit gefährden. Die VSBo gibt Richtwerte (und keine Grenzwerte!) für rund 10 Schwermetalle und Fluor an. Sie stellen in der Regel die Hälfte derjenigen Konzentrationen im Boden dar, von denen man weiß, dass sie erste Schäden bei Pflanzen oder Tieren hervorrufen.

Es liegen bereits erste Ergebnisse von Bodenuntersuchungen (z.B. aus dem Kanton Zürich, siehe [4]) vor. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem die Schwermetalle Blei, Cadmium und Zink problematisch sind. Zusätzlich zu diesen kantonalen Untersuchungen wird im Rahmen eines zurzeit laufenden nationalen Forschungsprogrammes «Boden» (Nabo) die von Menschen verursachte (anthropogene) Belastung untersucht.

### Definition und Funktion des Bodens

Was wird nun unter dem Begriff Boden verstanden? Der Boden ist die oberste belebte Verwitterungsschicht, welche im allgemeinen in eine Tiefe von etwa 50–200 cm reicht. Die Funktionen des Bodens sind vielfältig. Der Boden ist Grundlage für das Pflanzenwachstum und somit für die Nahrungsmittelproduktion. Sodann stellt er einen wirksa-

men Filter für das Wasser dar und ist damit wichtigste Voraussetzung für sauberes Trinkwasser. Zudem bietet der Boden Raum für unzählige Lebewesen, die für den Stoffkreislauf von grösster Bedeutung sind.

Eine der wichtigsten Eigenschaften des Bodens stellt die Fähigkeit dar, Nährstoffe zu binden, zu speichern und an das Bodenwasser abzugeben. Dasselbe kann jedoch auch mit Schadstoffen geschehen.

### Qualitative Beeinträchtigung des Bodens

Die qualitative Beeinträchtigung des Bodens geschieht hauptsächlich durch folgende Faktoren (vgl. auch [5]):

- Bodenbewirtschaftung**
  - Art der Bearbeitung (z.B. Verdichtung, Schädigung der Struktur)
  - Düngung, Auslaugung (z.B. durch Monokulturen wie Mais)
  - Bodenerosion.
- Schadstoffeintragungen**
  - Luftverschmutzung (Verkehr, Industrie)
  - Abfälle (Deponien, Altlasten)
  - Abwasser
  - Bodenbewirtschaftung usw. (Pestizide, Dünger, Hilfsstoffe).

Umweltbelastungen führen früher oder später zu Belastungen des Bodens, bildet dieser doch die «letzte Senke» für

Schadstoffe. Bodenschädigungen sind in der Regel nachhaltig und können kaum mehr rückgängig gemacht werden. Schadstoffe sind oft nur schwer oder gar nicht abbaubar. Der Austrag durch Pflanzen, welche die Schadstoffe aufnehmen oder durch Auswaschung und Verlagerung in tiefere Bodenschichten verfrachten, ist meist sehr gering. Die Schadstoffe bleiben in der Regel im Boden und können, wenn die Zufuhr nicht unterbunden wird, angereichert werden. Bei Schwermetallen und Fluor findet kein Abbau statt.

### Qualitativer Bodenschutz

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, dass dem Vorsorgeprinzip bzw. der Minimierung von Bodenbelastungen beim qualitativen Bodenschutz erste Priorität zukommt. Gerade für den Bodenschutz ist zudem ein ganzheitliches Denken notwendig, da der Boden nicht nur direkt, sondern auch indirekt über Luft und Wasser geschützt werden muss.

Der qualitative Bodenschutz umfasst Massnahmen von der Vorbeugung bis zur Sanierung, wobei folgende vier Massnahmen-Gruppen aufgeführt werden können: landwirtschaftliche Bodenpflege, kulturtechnische Bodenmeßioration, wasserbauliche Massnahmen, Bodendekontaminationen.

Die landwirtschaftliche Bodenpflege ist vor allem Aufgabe der Landwirtschaft

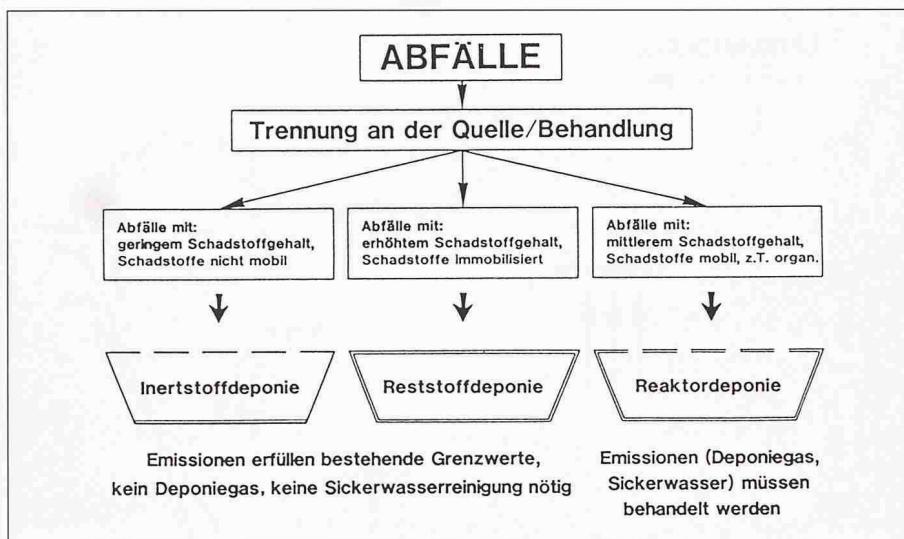


Bild 2. Neues Abfallkonzept der Technischen Verordnung über Abfälle [10], aus [11]

und beinhaltet eine der Bodenart angepasste Bodenbearbeitung, einen optimierten Dünger- und Pestizideinsatz sowie bodenschonende und -regenerierende Fruchtfolgen.

Die kulturtechnischen Bodenmeliorationen konzentrieren sich auf die Entwässerungen und Bewässerungen, auf Tieflockerungen und -pfügen, auf Besanden, Meliorationsdüngungen, Urbanisieren, Auffüllungen und flächenförmigen Erosionsschutz. Die Entwässerungsmassnahmen dürfen jedoch keine Absenkung des Grundwasserspiegels verursachen. Kulturtechnische Massnahmen sollten *mit* der und nicht *wider* die Natur erfolgen.

Als wasserbauliche Massnahmen können Erosionsschutz (linienförmig) und Hochwasserschutz (Wildbachverbauung, Rückhaltebecken, Flussbau) aufgeführt werden. Bei diesen Massnahmen muss eine naturnahe Gestaltung berücksichtigt werden. Ebenfalls sollte kurzzeitiges Überschwemmen von Kulturland wieder zugelassen werden, denn Schäden an Kulturen treten erst nach einigen Tagen Überflutung auf.

Für die Sanierung von Bodendekontaminationen werden eine ganze Reihe

von Verfahren entwickelt, wie z.B. Einsatz von Mikroorganismen zur biologischen Reinigung, welche hier jedoch im einzelnen nicht aufgezählt werden. Die meisten Verfahren existieren erst in Ansätzen oder Pilotprojekten. Hier liegt noch ein weites, unbearbeitetes Feld von praxisbezogener Forschung und möglichen Verfahrenstechniken. Die Bodendekontamination ist teilweise auch Aufgabe von Altlastensanierungen.

## Wasser

### Gesetzliche Grundlagen

Der qualitative Schutz des Wassers ist seit Jahrzehnten im Gewässerschutzgesetz [6] weitgehend gewährleistet. Anhand der Wegleitung zur Ausscheidung von Gewässerschutzbereichen, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen [7] konnten die gesetzlichen Vorschriften in die Praxis umgesetzt werden. Diese Wegleitung wird zurzeit überarbeitet, wobei vor allem auch versucht wird, die Beeinflussung durch chemische Schadstoffe zu berücksichtigen.

Der quantitative Schutz des Wassers wurde – im Gegensatz zum qualitativen Schutz – in der Vergangenheit vernachlässigt. Erst die zunehmende Versiegelung der Oberfläche, verbunden mit einer reduzierten Grundwasseranreicherung einerseits und dem wachsenden Trinkwasserverbrauch andererseits, liess in den vergangenen Jahren den Begriff des «quantitativen Gewässerschutzes» aktuell werden. Der Revisionsentwurf zum eidg. Gewässerschutzgesetz [8] trägt dieser Tatsache z.B. bei den Versickerungsvorschriften Rechnung.

### Definitionen und Funktionen des Wassers

Wasser verknüpft die verschiedenen Sphären, es bildet die Verbindung zwischen der Lithosphäre, der Biosphäre und der Atmosphäre und dient somit als Transportmedium für die meisten toxischen Stoffe. Im lithosphärischen Teil unseres Ökosystems kommt Wasser in flüssiger Phase oberirdisch als Bäche, Flüsse, Seen usw. und unterirdisch als Grundwasser vor, welches in Form von Quellen an die Oberfläche austreten kann. Sowohl das oberirdische als auch das unterirdische Wasser wird durch den Menschen genutzt und muss in qualitativer und quantitativer Hinsicht geschützt werden. Neben seiner Bedeutung als «Rohstoff» besitzt das oberirdische Wasser noch eine andere Funktion: Es stellt den Lebensraum für Pflanzen und Tiere dar. Dieser Lebensraum muss ebenfalls geschützt werden.

Da durch den Wasserkreislauf alle Grundwasservorkommen unter sich und mit dem Oberflächenwasser zusammenhängen, ist es nicht sinnvoll, zwischen nutzbarem (= schützenswertem) und nicht nutzbarem (= nicht schützenswertem) Grundwasser zu unterscheiden, wie das bis jetzt gehabt wurde. Bereits die Definitionen des Grundwassers und der Schutzziele sind nicht einheitlich geregelt. Der Gewässerschutz sollte deshalb den gesamten Wasserkreislauf beinhalten, und das Schutzziel des gesamten Grundwassers sollte die Trinkwasserqualität sein.

### Qualitativer Schutz

Für den Zustand unserer Gewässer spielt die Qualität der gereinigten Abwässer vor der Einleitung in den Vorfluter eine wesentliche Rolle. Die Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation und in ein Gewässer sind in der eidg. Verordnung über Abwassereinleitungen enthalten [9]. Infolge immer neuerer und komplexerer Fabrikationsverfahren ist es jedoch fast unmöglich, die Vielfalt der im Abwasser anfallenden Schadstoffe zu behandeln und zu entfernen. Die Ein-

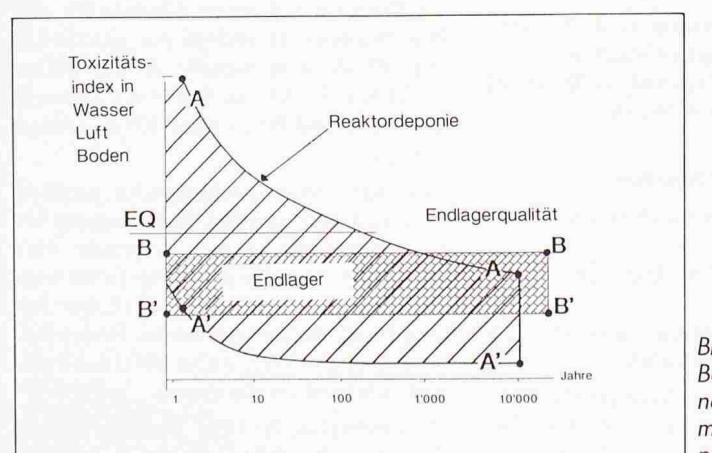


Bild 3. Zeitabhängige Belastung verschiedener Deponietypen, modifiziert nach Pfiffer

haltung der in den Abwassereinleitungen festgelegten Schadstoffgrenzwerte ist daher in vielen Fällen nicht gewährleistet. Deshalb drängt sich ein neuer Ansatz auf:

- Die Abwassermengen reduzieren
- Sauberwasser und Schmutzwasser getrennt behandeln
- Rohstoffe zurückgewinnen
- Schadstoffe eliminieren, wobei problematische Chemikalien durch umweltgerechtere ersetzt werden müssen.

Die entstehenden Abwässer sind am Anfallort möglichst konzentriert und unvermischt zu sammeln, damit sie spezifisch nach den neuesten Verfahren behandelt werden können. Nur auf diese Weise wird es möglich sein, die Abwässer in Zukunft optimal zu reinigen und möglichst wenig Klärschlamm zu produzieren, welcher bei der Entsorgung wegen seiner Schwermetallgehalte ebenfalls Probleme bereitet.

Dies führt uns zum nächsten Problemkreis: die Lagerung von Abfällen in Deponien. Auch hier ist ein neuer Denkansatz notwendig, was spätestens seit der Untersuchung von sogenannten «Altlasten» klargeworden ist. Anhand von Altlastenuntersuchungen werden Boden- und Grundwasserverschmutzungen festgestellt, welche durch Ablagerungen von Abfällen in der Vergangenheit verursacht worden sind. Diese Umweltverschmutzungen sind oft nur durch sehr aufwendige Sanierungsmaßnahmen behebbar. Mit der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA, siehe [10]) wurde im Hinblick auf die Abfallentsorgung ein neues Konzept entwickelt. Die darin enthaltenen, neuen Ansätze, welche mit denjenigen der Abwasserentsorgung weitgehend übereinstimmen, sind aus Bild 2 ersichtlich.

Je nach Abfallart gibt es verschiedene Deponietypen:

- Auf *Inertstoffdeponien* dürfen unverschmutztes Aushub- und Abraummaterial, Bauabfälle und Inertstoffe abgelagert werden. Für die Inertstoffe muss nachgewiesen werden, dass sie die in der TVA angegebenen Grenzwerte (Schwermetalle, Eluatwerte) nicht überschreiten. Inertstoffe bestehen aus gesteinähnlichen Bestandteilen wie Silikaten, Karbonaten und Aluminaten.
- Auf *Reststoffdeponien* dürfen Reststoffe abgelagert werden, deren chemische Zusammensetzung den in der TVA aufgeführten Voraussetzungen entspricht. Dies wird anhand von Eluattests nachgewiesen.
- Auf *Reaktordeponien* (nicht zu wechseln mit Endlagern radioaktiver Abfälle) sind folgende Materialien zugelassen: Inertstoffe, Bauabfälle,

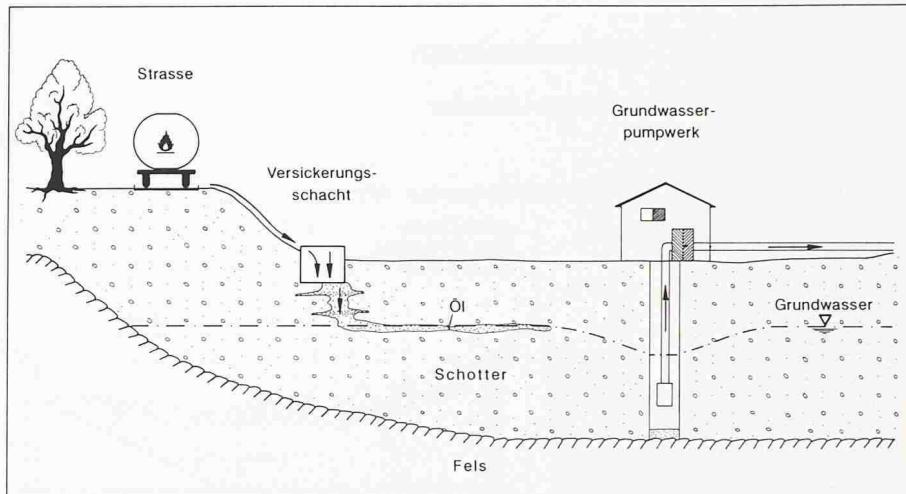


Bild 4. Konfliktsituation zwischen quantitativem Schutz des Grundwassers (Anreicherung durch Versickerung) und qualitativen Schutz des Grundwassers (Pumpwerk, Trinkwassernutzung) bei einem Störfall

Schlacke aus Kehrichtverbrennungsanlagen, Klärschlamm und Hauskehricht, welcher wegen Kapazitätsengpässen nicht verbrannt werden kann.

Nicht verwertete Abfälle sollten soweit wie möglich so behandelt werden, dass sie auf Inert- oder Reststoffdeponien abgelagert werden dürfen.

Bei der Standortevaluation für Deponien zeigte es sich in der Praxis, dass z.B. verkehrs- oder siedlungspolitische Aspekte, welche 10, 20 oder 30 Jahre erfassen, zu stark im Vordergrund standen. Diese Aspekte sind jedoch zeitlich auf die Betriebsdauer der Deponie beschränkt. Die hydrogeologischen Verhältnisse werden sich hingegen bis zum Abbau des Deponieinhaltes kaum än-

dern, was im Vergleich zur Betriebsphase einer Deponie einen viel längeren Zeitraum darstellt. Die Nagra z.B. betrachtet für die sehr langlebigen radioaktiven Abfälle Szenarien, welche in 10 Mio. Jahren stattfinden. Dabei werden die heute andauernden Bewegungen des Untergrundes (Hebungen, Verkürzungen) berücksichtigt. Doch solche langen Zeiträume brauchen für die Reaktordeponien oder Deponien vom Typ Endlager (Inert- und Reststoffdeponien) nicht betrachtet zu werden. Bei Reaktordeponien findet in den ersten 10 Jahren eine deutliche Verbesserung der kritischen Werte statt (vgl. Bild 3), jedoch erst nach über 100 Jahren wird eine Endlagerqualität erreicht. Beim Endlager bleiben die Emissionen im gesetzlich festgelegten Rahmen, die

## Literatur

- [1] H.U. Fischer (1988): Planung und Ausführung von Versickerungsanlagen, VSA Verband Schweizerischer Abwasserfachleute, Verbandsbericht Nr. 370
- [2] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz USG) vom 7. Oktober 1983
- [3] Eidgenössische Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) vom 9. Juni 1986
- [4] Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich (1989): Schadstoffbelastung des Bodens im Kanton Zürich. Resultate des kantonalen Bodenrasternetzes
- [5] Zollinger, F. (31.3. 1988): Die Notwendigkeit eines umfassenden Bodenschutzes, «Schweizer Ingenieur und Architekt - SIA», Heft 14/88, S. 401–405.
- [6] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Gewässerschutzgesetz) vom 8. Oktober 1971
- [7] Bundesamt für Umweltschutz (Oktober 1977): Wegleitung zur Ausscheidung von Gewässerschutzbe reichen, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen
- [8] Botschaft des Bundesrates zur Volksinitiative «Zur Rettung unserer Gewässer» und zur Revision des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (29. April 1987)
- [9] Eidgenössische Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975
- [10] Technische Verordnung über Abfälle (TVA) des Eidg. Departementes des Innern (10. Dezember 1990)
- [11] Steiger U. (1991): TVA: Von der Abfallbeseitigung zur umweltgerechten Behandlung von Abfällen, abfall-spektrum, Heft 1/91, S. 5–8
- [12] Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung 12982 des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement (1982)

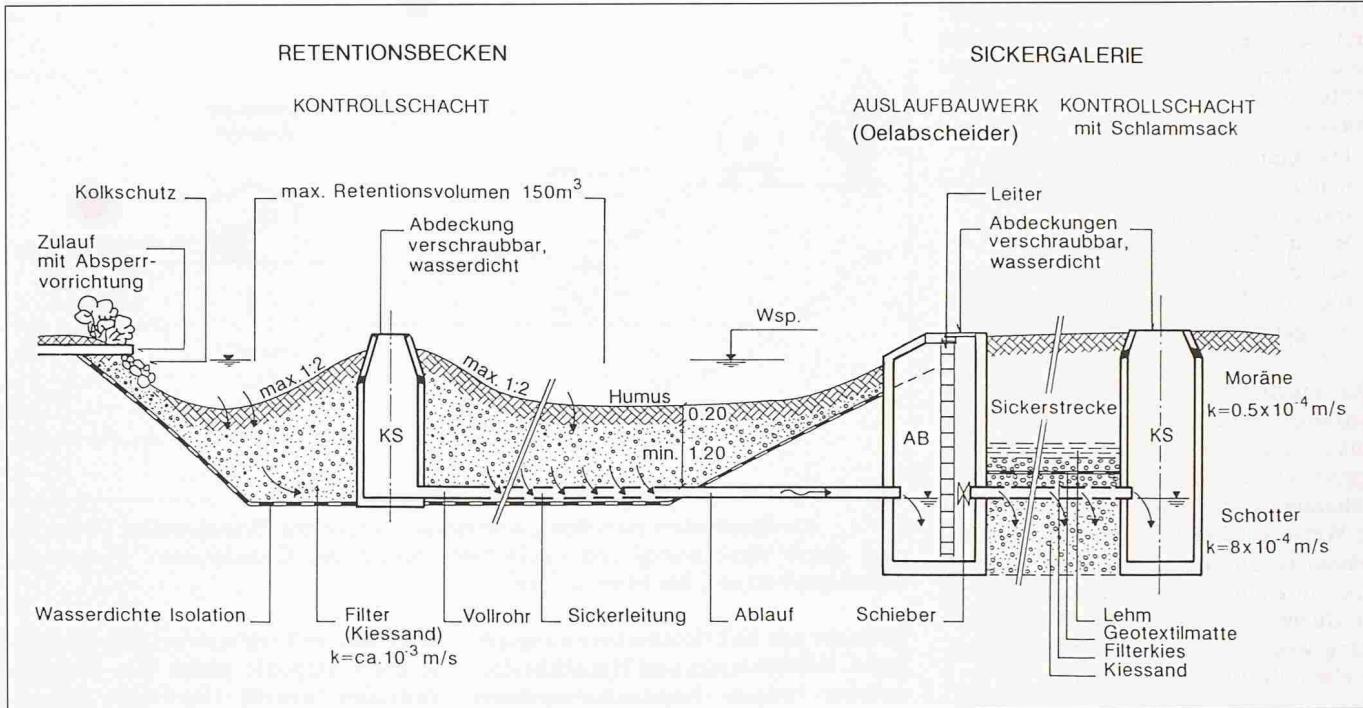


Bild 5. Schema einer Versickerungsanlage für Dachwasser in Industriegebieten (abgeändert nach AGW, Zürich). Länge der Sickerstrecke: 40 m

Veränderungen über die Zeit gesehen sind gering.

### Quantitativer Schutz

Wie bereits erwähnt, lag das Schwergewicht des Gewässerschutzes anfangs im qualitativen Bereich (siehe [6]). Es galt, sämtliches Abwasser (Schmutz- und Regenwasser) möglichst rasch und kostengünstig durch das Kanalnetz in die Ara und möglichst gut gereinigt dem Vorfluter zuzuleiten. Der Revisionsentwurf zum Eidg. Gewässerschutzgesetz [8] sieht nun vor, dass unverschmutztes Abwasser nicht abgeleitet wird, sondern breitflächig versickert werden soll. Vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft werden in Kooperation mit einer Arbeitsgruppe von Hydrogeologen Richtlinien für die Erstellung von Versickerungsanlagen erarbeitet, welche demnächst erscheinen. Die Bewilligungspraxis wird zurzeit kantonal geregelt und sehr unterschiedlich gehandhabt. Was hier ebenfalls fehlt, ist eine gesetzliche Vorschrift, ob der quantitative oder qualitative Schutz des Grundwassers Priorität aufweisen soll.

Dies wird anhand des folgenden Beispiels erläutert. Eine Strasse verläuft im Randbereich eines durch ein Pumpwerk genutzten Grundwasservorkommens (siehe Bild 4). Das Wasser der Strasse wird in einem Schacht versickert. Mit der Versickerung ist aber ein Risiko verbunden, dass Schadstoffe in das Grundwasser gelangen können. Hier stellt sich nun für den Ingenieur die Frage: Welcher Schutz hat Priorität,

der qualitative oder der quantitative Grundwasserschutz? Der Grund für die bisherige Zurückhaltung in der Erstellung von Versickerungsanlagen war ja eben diese Gefahr einer Gewässerverschmutzung durch Schadstoffeinträge in das Grundwasser. Untersuchungen haben nun gezeigt, dass vor allem Dachwasser meist eine geringe Verschmutzung aufweist und sich deshalb für die Versickerung gut eignet. Je nach lokaler Belastung sind ebenfalls Entwässerungen von Strassen und Plätzen mittels Sickeranlagen denkbar, wobei jedoch ein Filter dazwischengeschaltet werden muss.

Um die Eignung eines Standortes zur Dachwasserversickerung zu beurteilen, sind Kenntnisse des Bodenaufbaus (Filterwirkung), der Durchlässigkeit, der Lage des Grundwasserspiegels, einer allfälligen Grundwassernutzung (Schutzzonen) sowie der Niederschlagsqualität – die ihrerseits von der Luftqualität abhängt – notwendig. Solche Versickerungsanlagen können dann sehr aufwendige Bauwerke darstellen, wie anhand des Schemas in Bild 5 zu erkennen ist.

Die Grundwasserneubildung wird nicht nur durch verhinderte Versickerung reduziert, sondern auch durch die Absenkung des Grundwasserspiegels, was vor allem beim Bau von Drainagen und Entwässerungskanälen beachtet werden muss. Die immer seltener werdenden Feuchtgebiete stellen eine dringend benötigte Grundwasserreserve dar. Hier sind die unterschiedlichen

Forderungen der Landwirtschaft und des Umweltschutzes besonders deutlich ausgeprägt.

Die Beeinträchtigung der Grundwasserquantität erfolgt nicht nur durch Drainagen im Landwirtschaftsgebiet, sondern auch in Zusammenhang mit Bauwerken. Hier darf einerseits nicht bedenkenlos eine Absenkung des Grundwasserspiegels durch Drainagen verursacht sowie der Durchfluss des Grundwassers verringert werden, andererseits muss die Stabilitäts- bzw. Setzungsproblematik berücksichtigt werden, wobei heute wegen der Zersiedelung der Landschaft und der Bodenknappheit vermehrt in die Tiefe und demzufolge ins Grundwasser gebaut wird.

### Lebensraumschutz

Wie bereits ausgeführt, ist der qualitative Schutz des Wassers ziemlich weitgehend realisiert, und der quantitative Schutz gewinnt zunehmend an Bedeutung. Nun gilt es noch einen dritten Aspekt zu berücksichtigen. Die Oberflächengewässer bilden einen wichtigen Lebensraum für Tiere und Pflanzen und zudem ein wertvolles Element der Landschaft. Wasser als Lebensraum wird durch folgende Faktoren negativ beeinflusst:

- Immer stärker werdender Druck durch Freizeit und Tourismus
- Anreicherung von Schadstoffen und dadurch Unterbruch in der Nahrungskette
- Überdüngung und als Folge Eutrophierung der Seen

- Rationelle landwirtschaftliche Nutzung des Bodens
- Zunehmende Verbauung von Bächen
- Überdeckung der Landschaft mit Siedlungen und Strassen
- Hydroelektrische Nutzung der Gewässer.

Als Folge dieser Beeinflussung können viele Oberflächengewässer ihre Funktion als Lebensraum für Tiere und Pflanzen nicht mehr erfüllen. Deshalb ist es eine Aufgabe der Zukunft, den Gewässerschutz im Sinne eines integralen Lebensraumschutzes auszubauen. Ein Gewässer kann nicht mehr losgelöst von der umgebenden Landschaft betrachtet werden. Bei neuen Eingriffen soll versucht werden, die übrigen Funktionen eines Gewässers zu berücksichtigen, d.h. die notwendigen Eingriffe möglichst naturnahe zu gestalten. In der Wegleitung «Hochwasserschutz an

Fliessgewässern» [12] sind diese neuen Aspekte berücksichtigt.

Durch die zunehmende Veränderung der Oberflächengewässer wird neben der Zerstörung von Lebensraum für Tiere und Pflanzen ebenfalls der Grundwasserspiegel massgeblich verändert. Die naturnahe Gestaltung von Fliessgewässern dient nicht zuletzt wiederum der Grundwasseranreicherung. Der Schutz der Gewässer als Lebensraum und der qualitative und quantitative Gewässerschutz sind also eng miteinander verbunden und können nicht isoliert betrachtet werden.

Leicht überarbeitete Fassung des Vortrages, gehalten anlässlich des ASIC-Seminars «Ingenieur und Umwelt» am 6./7. November 1990 in Bern.

wichtigsten Lebensgrundlagen, eng miteinander verknüpft sind. Deshalb ist ein umfassender Umweltschutz notwendig. Auf den Gebieten des Boden- und Wasserschutzes sind neue Ansätze erkennbar, die eine Abkehr von der grenzwertorientierten Denkweise beinhalten. Aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung können Ingenieure Wesentliches zu der Umsetzung dieser neuen Entwicklung beitragen.

Adresse der Verfasserin: Dr. Marianne Niggli, Dr. J.F. Schneider & Dr. F. Matousek, beratende Geologen ETH/SIA/ASIC, Mäderstrasse 8, 5400 Baden.

## Ausblick

Die Umwelt ist ein vernetztes System, in dem Luft, Boden und Wasser, unsere

# Luftreinhaltung

Immissionsgrenzwert = zumutbare Luftbelastung?

**Die in den Gesetzen und Vorschriften festgelegten Immissionsgrenzwerte zur Beurteilung von Umweltbelastungen auf Menschen sind nicht in jeder Situation anwendbar. Am Beispiel der Luftreinhaltung wird gezeigt, dass eine «übermässige Gefährdung» des Menschen durch Schadstoffe eine variable Grösse darstellt. Es wird ein Ansatz vorgeschlagen, mittels sogenannter Belastungskategorien die zulässige Luftbelastung, d.h. diejenige Luftqualität, welche von der Allgemeinheit (Gesellschaft, Staat) noch minimal gewährleistet werden muss, der jeweiligen Situation der exponierten Personen angepasst, festzulegen. Mit dem Modell der Belastungskategorien wird die Zumutbarkeit einer Luftbelastung situationsbezogen sowohl aufgrund des Selbstbestimmungsgrades und der Unmittelbarkeit der Nutzenempfindung der betroffenen Personen wie auch aufgrund der Verantwortung der Allgemeinheit beurteilt.**

## Die Emissions- und Immissionsgrenzwerte der Luftreinhaltungsverordnung

Artikel 1 der eidgenössischen Luftreinhaltungsverordnung (LRV) legt ihren Zweck fest:

*Die Verordnung soll Menschen und Umwelt vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen schützen [1].*

Zur Erreichung dieses Ziels legt sie sowohl Emissions- als auch Immissionsgrenzwerte fest. Die Emissionsgrenzwerte beschränken den Austritt von Luftschadstoffen mengenmäßig am Ort der Entstehung, d.h. beim Übergang des Gasgemisches von der Anlage oder dem Fahrzeug in die freie Atmo-

sphäre. Die Immissionsgrenzwerte sind massgebend für die Beurteilung des Luftschadstoffgehaltes am Ort der Einwirkung auf Mensch und Umwelt (Bild 1).

Bereits bei der Erarbeitung der LRV schränkte man ihren örtlichen Gel-

VON DANIEL KLOOZ,  
WINTERTHUR

tungsbereich ein. So gelten die Immissionsgrenzwerte nicht zur Beurteilung von Luftbelastungen innerhalb von Räumen. Die Ausklammerung der so genannten «indoor-pollution» dürfte nicht zuletzt darin begründet sein, dass man eine Auseinandersetzung mit den Rauchern vermeiden wollte.

Die Immissionsgrenzwerte entsprechen dem Stand der Wissenschaft und berücksichtigen die erhöhte Empfindlichkeit von Risikogruppen, z.B. Kindern, Kranken und betagten Menschen. Sie decken sich weitgehend mit den im Sommer 1985 von einer Arbeitsgruppe der Weltgesundheitsorganisation verabschiedeten Empfehlungen. Trotz den insgesamt als streng zu bezeichnenden Immissionsgrenzwerten ist zu beachten, dass nur geringe Sicherheitsmargen bestehen und dass unterhalb der gesetzten Limiten schädliche Wirkungen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Ein Restrisiko bleibt, das allerdings als gering bezeichnet werden muss [3].

Die Immissionsgrenzwerte geben daher ein Mass für die Gefährdung, welche von der Gesellschaft als noch akzeptierbar angesehen wird. Diese Restgefährdung wird einer einzelnen Person als tragbar zugemutet. Sie ist ein Hinweis darauf, dass sich der Gesetzgeber bewusst war, dass sich ein hundertprozentiger Schutz vor Luftschadstoffen nicht realisieren lässt.

Vergleicht man die Emissionsgrenzwerte von bestimmten Luftschadstoffen mit den Immissionsgrenzwerten, so stellt man fest, dass die Emissionsgrenzwerte generell um einiges höher ange setzt sind als die Werte für die entsprechenden Schadstoffimmissionen. Durch die Festlegung unterschiedlicher Grenzwerte für die Emissionen und Immissionen impliziert der Gesetzgeber stillschweigend, dass in der freien