

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113 (1995)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Sanierungsziele bei Altlasten  
**Autor:** Suter, Jürg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78691>

#### **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:** 28.01.2026

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

Jürg Suter, Zürich

# Sanierungsziele bei Altlasten

**Wenn man die Bearbeitung von Altlasten analysiert, so fällt auf, dass die Zieldiskussion im Spannungsfeld Auftraggeber-Bearbeiter-Behörden mehrheitlich sehr spät erfolgt. Anerkennt man die Altlastbearbeitung als Projekt, allenfalls als Teilprojekt innerhalb eines Bauprojektes, so ist klar, dass aufgrund verspäteter Zieldiskussionen der Grundstein gelegt wird für teure Projektänderungen beziehungsweise für die Eröffnung des Rechtsweges. Mit der Annahme des Abfallgesetzes des Kantons Zürich am 25. September 1994 hat nun der Gesetzgeber erstmals in der Schweiz die Rahmenbedingungen für die Einzelfall-Zieldiskussion festgelegt.**

## Die Sanierung von Altlasten – ein altes Thema in Kinderschuhen

Auch wenn das Thema Altlasten erst heute eine hohe Aktualität hat, so liegt es am Begriff selber, dass sich die Gewässerschutzfachstellen der Kantone seit vielen Jahren damit beschäftigen. Die schlechende Thematisierung, die fehlende grundsätzliche Auseinandersetzung sowie das mangelnde Fachwissen auf der Seite der privaten Altlastenbearbeiter wie der Behörden hat am Ende der achtziger Jahre zu grossen Unsicherheiten geführt. Ein weiterer Grund lag sicher darin, dass die Sanierung von Altlasten und damit auch die Sanierungsziele im Umweltschutzgesetz von 1983 nicht geregelt wurden [21]. Das Gewässerschutzgesetz von 1991 berücksichtigt wenigstens die Deponie-Altlasten. Jedoch erst mit der Revision des Umweltschutzgesetzes sollte die Thematik breiter angegangen werden [6]. Mit der vorgesehenen Ermächtigung des Bundesrates, Vorschriften über Sanierungsbedürftigkeit, Massnahmen, Fristen und Verfahren zu erlassen, dürften jedoch auf Bundesstufe noch einige Jahre verstreichen, bis der Bereich Sanierungsziele geregelt ist. Auch auf der Ebene der kantonalen Rechtsetzung wurde das Thema Altlasten noch kaum angegangen, geschweige denn in rechtskräftige Erlasse umgesetzt. Löbliche Ausnahme ist beispielsweise das Umweltschutzgesetz des Kantons Basel-Landschaft. Es fehlen jedoch auch in diesem Gesetz Bestimmungen zu den Sanierungszielen.

Verschiedene Bemühungen zu Beginn der neunziger Jahre auf Bundes- [5] und

Kantonsstufe [1] und [2] führen in der Schweiz langsam zu einer systematischen Bearbeitung von Altlasten. Diese Langsamkeit ist einerseits erstaunlich und andererseits für die Vollzugsbehörden und Altlasteninhaber ärgerlich. Erklärbar ist dies nur, wenn man davon ausgeht, dass offenbar jede junge Wissenschaft vorerst ihre eigene Sprache, Methodik und regionale Besonderheit sucht und eine gewisse Scheu zeigt, sich an Bewährtem zu orientieren. Dabei gäbe es ausländische Vorbilder, die bereits in Lehrbücher [22] umgesetzt sind. Zudem setzt sich die Erkenntnis erst allmählich durch, dass die Altlastenbearbeitung ganz einfach als Projekt zu begreifen ist, sei dies als eigenständiges Projekt oder als Teilprojekt im Rahmen eines übergeordneten Bauprojektes. Ist dies einmal erkannt, so steht plötzlich eine reiche Literatur über Projekt-Management [11] und Systems Engineering [7] zur Verfügung, die neben dem oft vorhandenen naturwissenschaftlich-technischen Spezialwissen die Basis für eine erfolgreiche Altlastenbearbeitung bildet.

Neben der Systematisierung der Altlastenbearbeitung stehen zurzeit noch zwei zentrale Fragen im Vordergrund: Wann ist eine Altlast zu sanieren? Und welches ist das Sanierungsziel? Auf die zwei Fragen wird in den folgenden Abschnitten eingegangen. Die Frage, wann eine Altlast zu sanieren ist, soll in diesem Abschnitt noch kurz gestreift werden.

Das Umweltschutzgesetz hält in Art. 1 fest, dass Menschen, Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen zu schützen sind. Da die Altlasten, wie bereits oben erwähnt, im Umweltschutzgesetz nicht enthalten sind, fehlen auch spezifische Ausführungsvorschriften, wie sie etwa im Luftbereich gegeben sind. Das Gewässerschutzgesetz geht wenigstens in Art. 8 die Deponiealtlasten an, bleibt jedoch selbst unter Zuhilfenahme von Art. 6 unverbindlich. Eigentliche, ausdrücklich auf Altlasten bezogene Schwellenwerte, wie sie in Europa beispielsweise in Grossbritannien, Finnland, den Niederlanden und in einigen deutschen Bundesländern bestehen, existieren für die Schweiz noch nicht. An einer Präzisierung, sei dies in Form einer genaueren Umschreibung oder von Grenzwerten – was noch zu diskutieren wäre [8] – wird man nicht herumkommen. Vorerst muss man sich mit dem Ansatz begnügen, der etwa im Kanton

Zürich darin besteht, dass Altlasten, die im Rahmen von Bauvorhaben oder bei einer Beeinträchtigung der aktuellen Nutzung angegangen werden, so gut wie möglich und unter Berücksichtigung der standortspezifischen Verhältnisse als Einzelfall-Probleme behandelt werden.

## Der Stellenwert der Altlasten im Rahmen der Schutzzieldiskussion

Die Auseinandersetzung mit den Sanierungszielen (Was ist zu erreichen?) hängt direkt zusammen mit den Schutzzügen (Was ist zu erhalten?). Steigt man in die Schutzzieldiskussion ein, so erkennt man sehr bald, dass verschiedene Zielebenen zu unterscheiden sind [10] und [18]. Auf der obersten Ebene geht es um das Überleben der menschlichen und nichtmenschlichen Lebewesen und damit um die Erhaltung der lebensnotwendigen Grundlagen, wie beispielsweise Trinkwasser. Im Sinne von Art. 1 des Umweltschutzgesetzes wird dabei der anthropozentrische Ansatz bewusst verlassen. Diskutiert man alleine auf dieser Ebene, so gehen die Meinungen kaum auseinander. Die Zielformulierung ist anerkannt, wird breit mitgetragen und ist im Gesetz abgestützt.

Auf der mittleren Ebene geht es um die Deckung der Basisbedürfnisse des Menschen. So beispielsweise um den Bedarf an Grundnahrungsmittel, raumplanerisch umgesetzt über die Festsetzung der Fruchtfolgeflächen, geregelt in der Verordnung über die Raumplanung. Auf dieser Ebene gestaltet sich die Zieldiskussion schon offener. Das Beispiel Fruchtfolgeflächen ist in der Schweiz, angesichts der weltweiten Landwirtschaftsdebatte, eher in den Hintergrund gerückt. Auf der untersten Ebene geht es um die Deckung nichtbasaler menschlicher Bedürfnisse, im weitesten Sinne also um das Tun und Lassen, wann, wo und wie das Individuum will. Hier prallen die Meinungen vollends aufeinander. Wenn wir nun über die Sanierung von Altlasten in der Schweiz diskutieren, so müssen wir uns bewusst sein, dass wir aufgrund des Schadstoffpotentiales, zumindest kurzfristig und isoliert betrachtet, kaum auf der obersten, selten auf der mittleren, jedoch fast immer auf der untersten Ebene diskutieren und somit der Meinungsvielfalt ausgesetzt sind.

## Umweltaspekte zur Formulierung der Sanierungsziele bei Altlasten

Das beschränkte Wissen um die Stoffzusammensetzung, deren zeitliche Entwicklung und räumliche Ausdehnung stellt das

typische Merkmal einer Altlast dar. Daher, aber auch weil die kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen der Altlasten schwer einzuschätzen sind, kommt dem Vorsorgeprinzip gemäss Umweltschutzgesetz Art. 1 Abs. 2 ein hoher Stellenwert zu. Diesem an sich auf die Prävention ausgerichteten Prinzip liegen drei Gedanken zu Grunde: Vorbeugen ist besser als heilen, die Entwicklung ist mit einem erweiterten Zeithorizont zu beurteilen, und unüberschaubare Risiken sind zu vermeiden [16]. Gera de der letzte Punkt bildet wieder die Brücke zur Altlastensanierung, indem dieser dem Nichtwissen Rechnung trägt.

Das Vorsorgeprinzip will jedoch nicht nur neue schädliche und lästige Einwirkungen verhindern. Art. 11 Abs. 2 des Umweltschutzgesetzes demonstriert, dass es nicht nur Anlass zu Sanierungen sein kann, sondern auch auf die Sanierungen selbst anzuwenden ist [16]. Damit ist aber erst geklärt, dass das Vorsorgeprinzip grundsätzlich auf Altlasten anzuwenden ist. Dessen konkrete Ausgestaltung bleibt aber immer noch offen.

Die Schädlichkeit einer Altlast auf die in Art. 1 Abs. 1 des Umweltschutzgesetzes genannten Schutzobjekte (Menschen, Tiere, Pflanzen usw.) kann nur über die Wirkungsketten Emission - Transmission - Immission abgeklärt werden. Diese Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung lassen sich oft nur beschränkt und selten eindeutig ermitteln. Je vielfältiger die Stoffgemische sind, desto unwahrscheinlicher wird die Klärung der Wirkungskette. Je grösser die Stoffpalette ist, desto aussichtsloser wird es, über den ökotoxikologischen Ansatz zu einer Entscheidungsgrundlage zu kommen [15].

Dieser Tatsache kann nur dadurch begegnet werden, dass in Umsetzung des Vorsorgeprinzips die Schadstoffgehalte und die Schadstoffflüsse einer Altlast in den Bereich des natürlichen, geogenen Stoffhaushaltes gesenkt werden und damit das mit dem Vorsorgeprinzip verbundene Nachhaltigkeitsprinzip garantiert wird. Alle höher zugelassenen Werte bergen das Risiko einer späteren schädlichen oder lästigen Einwirkung auf das Schutzobjekt. Das Risiko birgt dabei nicht nur eine toxikologische beziehungsweise ökotoxikologische, sondern ganz klar auch eine ökonomische Komponente. Es ist zu bedenken, dass im Falle tatsächlich festgestellter schädlicher Einwirkungen die ganze Wirkungskette durchlaufen wurde und damit der Beleg erbracht ist, dass die Natur den Abbau und die Umwandlung von Schadstoffen in ungiftige Substanzen nicht mehr bewältigen konnte. Dies kann dann Anlass zu grossräumigen, kostenintensiven Sanierungen sein.

### Raumplanerische Aspekte zur Formulierung der Sanierungsziele bei Altlasten

Es ist immer wieder erstaunlich, wie das Thema Altlasten nur unter den Aspekt Umwelt diskutiert wird. Dabei ist doch offensichtlich, dass Altlasten alleine durch ihr Vorhandensein, geschweige denn unter Einbezug der damit verbundenen Emissionen, raumwirksam sind. Es ist das Verdienst einzelner Raumplaner [14] und [19], immer wieder auf die enge Verknüpfung der Raumplanung und des Umweltschutzes hingewiesen zu haben. Ist dies einmal erkannt, so gilt es, sowohl die Instrumente des Umweltschutzes wie auch der Raumplanung zu nutzen. Denn nicht nur die durch die Altlast erfassten Umweltauswirkungen sind in hohem Masse raumrelevant, sondern auch die Massnahmen zum Schutze der Umwelt [19]. Wird davon ausgegangen, dass der Umweltschutz für eine zu sanierende Altlast ein Mass für die maximal zulässige Umweltbelastung, unter Beachtung des Verhältnismässigkeitsprinzips, vorgibt, dann ist es Sache der Raumplanung, durch sachgerechte Zuweisung der Nutzungszone, die Umweltschutzmassnahmen zu unterstützen. Für die Umweltfachleute im Bereich Altlasten ist es wichtig, zur Kenntnis zu nehmen, dass der Raumplanung keine statische, sondern sowohl eine Schutz- als auch eine Gestaltungsfunktion [13] zukommt. Die häufig beobachtete alleinige Ausrichtung der Altlastensanierung auf die aktuelle Nutzungszone trägt dem Raumplanungsziel zu wenig Rechnung.

Zum Abschluss dieses Abschnitts bleibt noch festzuhalten, dass sich auch die Raumplanung den Prinzipien der ganzheitlichen, umfassenden Optik und der Vorsorge verpflichtet hat [13]. Das daraus abgeleitete Nachhaltigkeitsprinzip ist also nicht nur im Umweltschutzrecht verankert.

### Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse zur Wahrung des Verhältnismässigkeitsprinzips

Das im Abschnitt über die Umweltaspekte als Grundlage für die Umweltbeurteilung einer Altlast postulierte Vorsorgeprinzip stellt kein unumstössliches Postulat dar. Dessen Anwendung muss auch dem Verhältnismässigkeitsprinzip gerecht werden, das im Verwaltungsrecht universell anwendbar ist [16] und [8]. Wird vom Sanierungsziel «natürlicher Stoffhaushalt» ausgegangen, so bedeutet dies, dass vorerst eine geeignete Massnahme zur Verfügung stehen muss, um das Ziel zu erreichen. Sodann muss die Massnahme hinsichtlich Eingriffs-

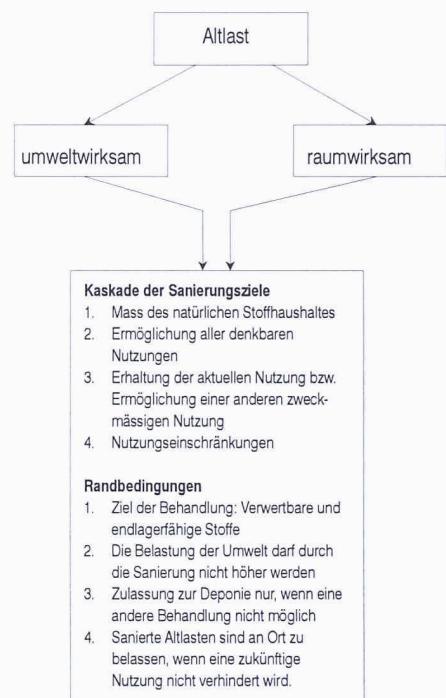


Bild 1.

Die Formulierung der Sanierungsziele im Abfallgesetz des Kantons Zürich aufgrund der Umwelt- und Raumwirksamkeit von Altlasten

zweck und Eingriffswirkung angemessen sein [12]. Diese Angemessenheit bedeutet im Einzelfall ein Abwägen der Vollzugsbehörden zwischen öffentlichen (unter Umständen auch unter sich gegenüberstehenden öffentlichen Interessen) und privaten Interessen, was naturgemäß eine gewisse Unschärfe beinhaltet. Um den Entscheid nachvollziehbar zu machen, sind transparente Grundlagen zu erarbeiten. Methodisch hat sich dazu die Kosten-Wirksamkeitsanalyse [7] bewährt. Diese zeigt einerseits die Wirksamkeit einzelner Massnahmen oder Massnahmenpakete hinsichtlich Zielerreichung (Gibt es eine Massnahme?) und andererseits deren zugehörige Kosten (Gibt es einfachere, kostengünstigere Massnahmen und ist der Aufwand angemessen?).

### Die Synthese: Das Abfallgesetz des Kantons Zürich

Die Beachtung des Vorsorgeprinzips im Umweltbereich, die Nutzung der Mittel und Beachtung der Ziele der Raumplanung sowie der Einbezug des Verhältnismässigkeitsprinzips mündet zwangsläufig in eine Kaskade von Sanierungszielen. Mit der Zustimmung zum Abfallgesetz am 25. September 1994 hat das Stimmvolk des Kantons Zürich einem solchen Ansatz für die Altlastensanierung zugestimmt (Bild 1). Die folgenden Ausführungen dienen der

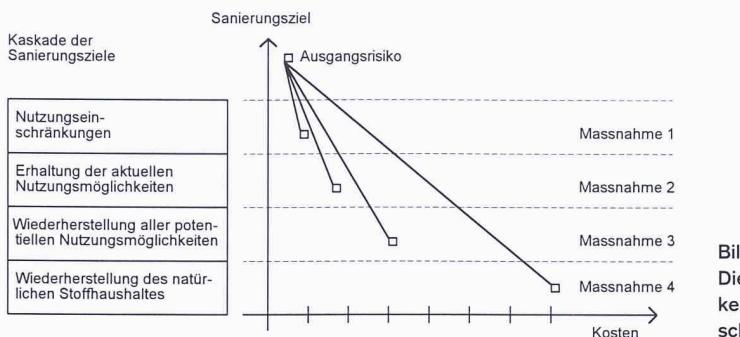


Bild 2.  
Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse als Entscheidungsgrundlage

Erläuterung der einzelnen Stufen der Kaskade, gehen kurz auf die Randbedingungen ein und münden schliesslich in einen Hinweis zur praktischen Umsetzung.

Auf der obersten Stufe steht klar die Umsetzung des Vorsorgeprinzips. Der natürliche Stoffhaushalt richtet sich nach den ausserhalb des Einflussbereiches der Altlast herrschenden Gegebenheiten. Da-

bei wird auch sichergestellt, dass wenn grossflächig erhöhte Schadstoffwerte vorliegen, bei der Altlast nicht tiefere Werte angestrebt werden müssen, außer es liegen bereits schädliche Einwirkungen bei diesem grossflächigen Niveau vor. Es wird also realistischerweise davon ausgegangen, dass ein kleiner weisser Fleck, die sanierte Altlast, sich in einer weiten grauen Umgebung, mit

grossflächig erhöhten Schadstoffwerten, nicht halten kann. Durch Transportvorgänge wird er sich zwangsläufig der Umgebung angleichen.

Auf der nächsttieferen Ebene wird die Ermöglichung aller denkbaren Nutzungen gefordert. Die Multifunktionalität des Raumes soll also wieder hergestellt werden. Rein aus anthropozentrischer Sicht ist damit die grösstmögliche Nutzungsfreiheit für die kommenden Generationen gewährt, auch wenn gegenüber dem natürlichen Stoffhaushalt bereits erhöhte Werte, damit verbunden ein erhöhtes Risiko, bewusst in Kauf genommen werden.

Auf der dritten Ebene soll wenigstens die aktuelle Nutzung wieder uneingeschränkt möglich sein. Wird dieses Ziel nicht erreicht, so soll durch den aktiven Einbezug der Raumplanung (Umzonung) eine andere zweckmässige Nutzungszone festgesetzt werden, welche ebenfalls keinen Nutzungsbeschränkungen unterliegt.

Auf der untersten Stufe verbleiben nur noch die Nutzungseinschränkungen. Durch die fortschreitende Sanierungstechnik und den aktiven Einsatz der raumplanerischen Mittel sowie aufgrund des meist eher tiefen Belastungsniveaus dürften deren Auswirkungen nicht sehr gravierend sein, wie beispielsweise Weideverbot, jedoch uneingeschränkte Nutzung des geschnittenen Grases zu Futterzwecken.

Neben den Ausführungen zur Kaskade der Sanierungsziele drängen sich noch einige Erläuterungen zu den in Bild 1 aufgeführten Randbedingungen auf. Die erste Randbedingung orientiert sich am Leitbild der Schweizerischen Abfallwirtschaft [4] und übernimmt daraus eine der Zielsetzungen. Die zweite Randbedingung will umweltmässig unsinnige Sanierungen verhindern. Zu denken ist etwa an die thermische Behandlung eines mit geringen Mengen an fossilen Energieträgern verunreinigten Bodenmaterials durch den Einsatz einer um Potenzen höheren Menge an fossilen Energieträgern. Leider muss dazu erwähnt werden, dass diese an sich einleuchtende Randbedingung in jüngster Zeit in Einzelfällen Anlass dazu gab, jede Sanierung zu unterbinden, indem der Betrachtungsraum extensiv ausgeweitet wurde; ein Phänomen, das aus der Diskussion um Ökobilanzen bekannt ist. Die Randbedingungen drei und vier resultieren aus der Knappheit des Deponieraumes.

Die praktische Umsetzung der Kaskade der Sanierungsziele gestaltet sich in einem Problemlösungszyklus [7]. In einer ersten Runde ist das oberste Ziel anzuvisieren, es sind dazu Lösungsvarianten sowie deren Kosten aufzuzeigen, und erst beim Nachweis, dass, aufgrund der Kosten-Wirksamkeitsanalyse (Bild 2), die Lösun-

## Literatur

- [1] *Amt für Gewässerschutz und Wasserbau: Altlastenbearbeitung. Einführung in die Altlastenpraxis des Kantons Zürich*, Zürich 1993.
- [2] *Amt für Gewässerschutz und Wasserbau: Ihre Altlast ist kein Einzelfall*, Zürich 1995.
- [3] *Van den Berg R., Denneman C., Roels J.: Gefährdungsabschätzung bei verunreinigten Böden: Vorschläge zur Anpassung der Niederländischen Bodensanierungskriterien an toxikologische Grundlagen, Altlastensanierung 1993*, Hrsg. Arendt F., Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht 1993.
- [4] *Bundesamt für Umweltschutz (BUS): Leitbild für die Schweizerische Abfallwirtschaft, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 51*, Bern 1986.
- [5] *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Altlasten-Konzept für die Schweiz, Ziele und Massnahmen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 220*, Bern 1994.
- [6] *Bundesrat: Botschaft zu einer Änderung des Bundesgesetzes über den Umweltschutz vom 7. Juni 1993*.
- [7] *Daenzer W.F., Huber F.: Systems Engineering, Methodik und Praxis, Verlag Industrielle Organisation Zürich*, 7. Auflage, Zürich 1992.
- [8] *Daetwyler M.: Altlasten heute - Situation und Rechtslage, Umweltrecht in der Praxis* 7, 4, 259-270, Zürich 1993.
- [9] *Ferguson C., Denner J.: Bodengrenzwerte in Grossbritannien: Ein neuer Ansatz mittels Risikobeschätzung, Altlastensanierung 1993*, Herausgeber Arendt F., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993.
- [10] *Honnefelder L.: Welche Natur sollen wir schützen?, GAIA 2, 5, 253-264, 1993.*
- [11] *Kummer W., Spiibler R., Wyssen R.: Projektmanagement. Leitfaden zu Methode und Teamführung*, Berlin, 1990.
- [12] *Lendi M.: Rechtsordnung*, vdf Verlag der Fachvereine, Zürich 1992.
- [13] *Lendi M.: Leben Raum Umwelt*, vdf Verlag der Fachvereine, Zürich 1993.
- [14] *Lendi M.: Raumplanung als Daueraufgabe*, Neue Zürcher Zeitung vom 14.9.1994.
- [15] *Lichtensteiger Th., Zeltner Ch.: Wie lassen sich Feststoffqualitäten beurteilen?, Deponierung fester Rückstände aus der Abfallwirtschaft*, Herausgeber Baccini P. und Gamper B., vdf Verlag der Fachvereine, Zürich 1994.
- [16] *Rausch H.: Kommentar zum Umweltschutzgesetz*, Herausgeber Kölz A. und Müller H.U., N 21 zu Art. 1, 1985.
- [17] *Robberse J., Dennemann C.: Tragen Grenzwerte zum Schutz des Bodens bei?, Altlastensanierung 1993*, Herausgeber Arendt F., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993.
- [18] *Rub H.: Argument Ethik*, Theologischer Verlag Zürich, Zürich 1991.
- [19] *Schmid W.: Nachhaltige Entwicklung und Raumplanung*, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft Nr. 21, Zürich 1994.
- [20] *Schulz D.: Dioxine im Boden, Bodenschutz*, Herausgeber Rosenkranz D., Eisele G. und Harress H.M., 11. Lfg. IV/92, Erich Schmidt Verlag Berlin, Berlin 1992.
- [21] *Trösch A.: Kommentar zum Umweltschutzgesetz*, Herausgeber Kölz A. und Müller H.U., N 82 zu Art. 30, 1991.
- [22] *Weber H.: Altlasten. Erkennen, Bewerten, Sanieren*, Herausgeber Weber H., Springer-Verlag Berlin, Berlin 1990.

gen nicht verhältnismässig sind, darf das nächststiefere Ziel anvisiert werden.

### Zum Problem der numerischen Ausformulierung der Sanierungsziele

Bei den im vorangehenden Abschnitt besprochenen Sanierungszielen handelt es sich um qualitative Vorgaben, die im Einzelfall quantitativ zu formulieren sind. Die Erarbeitung einer neuen Generation solcher Werte, welche auf toxikologischen und ökotoxikologischen Überlegungen beruhen, ist zurzeit insbesondere in den Niederlanden [3] voll im Gange. Zu einzelnen Stoffen, wie PCDD/PCDF [20] bestehen bereits nutzungsorientierte Richtwerte. Numerische Grössen zum natürlichen Stoffhaushalt beziehungsweise zur grossräumigen Hintergrundbelastung fehlen noch weitgehend. Diese sind aber das geringste Problem, fallen sie doch bei jeder Altlastenabgrenzung im Rahmen der Detailuntersuchung (Ausgangslage) automatisch und zudem ortsspezifisch an. Insgesamt zeichnet sich ein Bild ab, demgemäß

man in einigen Jahren über eine grosse Zahl nutzungsorientierter, standortunabhängiger Grenz- und Richtwerte sowie standortabhängiger Werte zum natürlichen Stoffhaushalt verfügen wird. Diese werden eine wertvolle Orientierungshilfe bei Altlasten mit einem geringen Schadenpotential bieten. Bei einem grossen Schadenpotential wird man aber nicht darum herum kommen, die Wirkungsketten Altlasten-Schutzobjekt einzelfallweise zu analysieren.

### Ausblick

Vergleicht man nun diesen Ansatz des Kantons Zürich mit ausländischen Vorgehensweisen, so fällt auf, dass im Ausland viel eher von statischen Grössen beziehungsweise Zielwerten ausgegangen wird, während die Zürcher Kaskade eine gewisse Dynamik beinhaltet. Ursprünglich steuerten die Niederlande die Multifunktionalität des Bodens an [17], während heute nur noch die aktuelle Nutzung ermöglicht werden soll, wie auch in Deutschland und Grossbritannien. Unter Beachtung der durchschnittlich

### Verdankung

Der Autor dankt den Herren Dr. M. Daetwyler und Dr. B. Stäubli vom Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, Zürich, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

weit höheren Belastung der schwerwiegendsten Altlasten in den genannten Ländern als in der Schweiz ist diesem Ansatz Verständnis entgegenzubringen. Immerhin ist aber zu beachten, dass dieser Ansatz auch innerhalb der Zürcher Kaskade Platz hat. Zudem trägt aber das Abfallgesetz des Kantons Zürich dem Vorsorgeprinzip und dem Nichtwissen Rechnung, weist in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung, nutzt die Mittel der Raumplanung, um möglichst viele Freiheitsgrade bezüglich Nutzung für kommende Generationen zu erhalten, und wahrt nicht zuletzt das Verhältnismässigkeitsprinzip.

Adresse des Verfassers:  
Dr. Jürg Suter, Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, 8090 Zürich

Raymond Cron, Basel, und Roland Wolfseher, Adliswil

## Neue Wege zur Betonsanierung

**Der enorme Bestand an Betonbauten in der Schweiz, die zum grossen Teil noch zu sanieren sind, rechtfertigt die Entwicklung und Perfektionierung von Projektabläufen, die den besonderen Charakteristiken und Erfordernissen solcher Sanierungsmaßnahmen gerecht werden. Der kritische Vergleich verschiedener Vorgehensweisen soll einen Beitrag dazu leisten.**

### Ziel von Betonsanierungen

Aufgrund verschiedenster konzeptioneller und ausführungstechnischer Probleme weisen eine Vielzahl von Betonbauten heute mehr oder weniger gravierende Schäden auf. Betroffen sind vorwiegend Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus, die älter als 15 bis 20 Jahre sind. Im Rahmen von Betonsanierungen geht es darum, diese Schäden zu beheben. Betonsanierungen erfolgen an bestehender Bausubstanz, deren Qualität durch die Sanierung zu verbessern ist. Ein weiteres Merkmal von Betonsanierungen besteht darin, dass diese an Bauwerken zu

erfolgen haben, die während der Sanierung in Betrieb stehen, wie beispielsweise Strassenbrücken oder Verwaltungsgebäude.

Das Ziel einer Betonsanierung aus der Sicht des Bauherrn besteht immer in der wirtschaftlichen Werterhaltung der Bausubstanz sowie in der kostengünstigen Erneuerung der schadhaften Elemente. Die Ursache für die grosse Mehrheit der Schäden an Betonbauten besteht in der Korrosion der oberflächennahen Bewehrung. Voraussetzung für diesen elektro-chemischen Prozess sind der ausreichende Zutritt von Sauerstoff bis zur Bewehrung, ein feuchter Beton als Elektrolyt wirkend sowie eine fehlende Passivierungsschicht auf der Bewehrungsüberfläche. Eine erfolgreiche Betonsanierung hat diese Bedingungen für die Korrosion der Bewehrung zu beseitigen und auf diese Weise die Bewehrung vor Korrosion zu schützen. Dieses Ziel und somit dauerhafte Betonbauten werden erreicht, indem eine dichte Schicht über den Bewehrungsstäben sichergestellt wird. Aus diesem Grund schreibt die Norm SIA 162 für Betonbauten auch eine minimale Bewehrungsüberdeckung für bewehrte Bauenteile von 30 mm vor. Vergleichsweise liess

die frühere Ausgabe 1968 der MNorm SIA 162 noch Bewehrungsüberdeckungen von nur 10 mm zu.

Betonsanierungen weisen somit immer zwei Inhalte auf, die Instandsetzung von Schäden und die anschliessende Oberflächenbehandlung der Betonbauteile. Jede Betonsanierung hat wieder eine genügende Bewehrungsüberdeckung herzustellen. Einfach ausgedrückt muss eine erfolgreiche Betonsanierung ein Beton-Äquivalent von mindestens 30 mm über den äusseren Bewehrungsstäben erzeugen.

### Herkömmliches Vorgehen

In der Regel sind Betonschäden an der Oberfläche der Betonbauteile von Auge leicht zu erkennen. Üblicherweise beauftragt ein Bauherr beim Vorliegen von Betonschäden einen Bauingenieur oder einen Architekten mit der Ausarbeitung eines Sanierungsprojektes.

Als erster Schritt hat eine Zustandsanalyse des schadhaften Bauwerkes zu erfolgen. Unter Zustandsanalyse werden dabei sehr unterschiedliche Vorgehensweisen verstanden, wie beispielsweise visuelle Kontrolle der Oberflächen mit lokalem Abklopfen, lokale oder systematische Erfassung der vorhandenen Bewehrungsüberdeckungen, Feststellung der Karbonatisierungstiefen sowie anderer chemischer