

Eigenschaften von grundwasserverträglichen Baustoffen und Bauverfahren

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Lühr, Dr. rer. nat. Hans-Theodor Grunder

1. Einleitung

Der Umgang mit Stoffen/Produkten kann grundsätzlich unterschieden werden in den

– anlagenbezogenen Umgang

und den

– anwendungsbezogenen Umgang.

Unter Stoffen versteht man dabei Einzelstoffe, chemische Substanzen, Chemikalien im Sinne des Chemikaliengesetzes.

Unter Produkten versteht man Gemische, Zubereitungen, die zu anwendungsreifen Produkten weiterverarbeitet werden oder die direkt in die Anwendung kommen. Erstere unterliegen dem Chemikaliengesetz. Für letztere bestehen bis auf wenige Ausnahmen (z. B. : Pflanzenbehandlungsmittel nach dem Pflanzenschutzgesetz, Produkte und Materialien im Zusammenhang mit dem Trinkwasser nach dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz) keine gesetzlich verbindlichen Prüf- und Zulassungsregeln.

Der **anlagenbezogene Umgang** mit Stoffen/Produkten ist durch zahlreiche technische Anforderungen im Wasser-, Gewerbe-, Bau-, Immissionsschutz- und Verkehrsrecht geregelt. Hierfür sind redundante technische und organisatorische Sicherheitssysteme vorgeschrieben, die im Rahmen von behördlichen Genehmigungsverfahren und behördlichen Vorkontrollen wie

- Planfeststellungsverfahren
- Eignungsfeststellungen
- Bauartzulassungen
- Prüfzeichen
- Umweltverträglichkeitsprüfungen

geprüft werden. Dabei kommt es darauf an, daß im Normalbetrieb und im Stör-/Unfallgeschehen keine Stoffe unkontrolliert in die Umwelt austreten können (Abb. 1). Nach der sog. Käseglockenphilosophie sind die Stoffkreisläufe durch die technischen Systeme längs des Stoffflusses durch einen Betrieb zu schließen. Für die bei der Produktion entstehenden festen, flüssigen und gasförmigen Abfälle sind entsprechende Anforderungen an die Emission, d. h. beim Übergang in die Umwelt, in Gewässer, in die Luft, auf und in den Boden gesetzlich fixiert worden, so daß sie im Sinne einer Risikobetrachtung tolerierbar und somit hinnehmbar sind (siehe Mindestanforderungen an das Ableiten von Abwasser in die Gewässer).

Beim **anwendungsbezogenen Umgang** handelt es sich im wesentlichen um Zubereitungen/Gemische, die für bestimmte, nachgefragte Eigenschaften wie z. B. Schalöl beim Betonieren, Injektionsmittel für Dichtwände, Stützflüssigkeiten beim Herstellen von Schlitzern für Dichtwände gezielt hergestellt werden und die bewußt in das offene System Umwelt, in die Ökosphäre eingebracht werden. Hier können keine technischen Systeme eine Schädigung der Umwelt verhindern. Hierfür gilt es primär, nur ökologisch verträgliche Produkte zu produzieren. Für derartige Produkte ist somit eine ökologische Verträglichkeit zu fordern und erst nach Durchlaufen entsprechender Prüf- und Zulassungsverfahren in den Markt zu entlassen [LÜH-87].

Die Palette derartiger Produkte ist entsprechend der nachgefragten Eigenschaften unüberschaubar groß. Das drückt sich auch darin aus, daß es keine annähernd abgesicherte Zahl der im Markt befindlichen Zubereitungen/Gemische/Produkte gibt. Während die Zahl der Stoffe/Chemikalien, die literaturmäßig erfaßt sind, mit ca. 6 Millionen angegeben sind, gibt es eine derartige Zahl für die Gemische/Zubereitungen nicht.

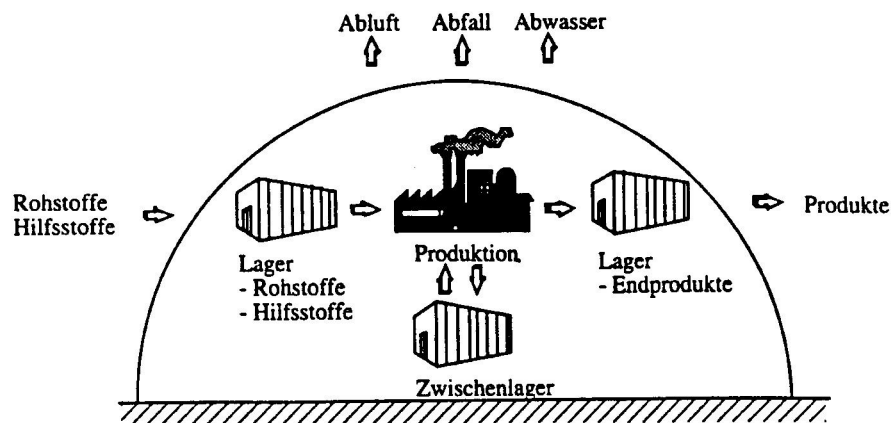


Abb. 1: Anlagensicherheitskonzept

2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Angesichts der großen Zahl von Zubereitungen/Gemischen/Produkten ist ein systematisches, gesetzlich fixiertes Vorgehen kaum realisierbar. Deshalb sollte ein pragmatischer Weg eingeschlagen werden. Dieser sollte sich zunächst an den Bereichen orientieren, in denen generelle gesetzliche Anforderungen bereits bestehen, aber noch nicht ausgefüllt sind. Dazu zählt u.a. der Besorgnisgrundsatz nach § 1 a und der Nutzungstatbestand nach § 3 Wasserhaushaltsgesetz.

§ 1 a Grundsatz

- (1) Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushalts so zu bewirtschaften, daß sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen und daß jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt.
- (2) Jedermann ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten und um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen.

§ 3 Benutzungen

- (1) Benutzungen im Sinne dieses Gesetzes sind
 5. Einleiten von Stoffen in das Grundwasser,
- (2) Als Benutzungen gelten auch folgende Einwirkungen:
 2. Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.

Für den Nutzungstatbestand nach § 3 WHG ist eine Erlaubnis erforderlich. D.h., alle Stoffe/Produkte, die im Erd- und Grundbau eingesetzt werden und letztlich potentiell ins Grundwasser oder über den Abfluß in die Oberflächengewässer gelangen können, müßten einem behördlichen Genehmigungsverfahren unterworfen werden.

In diesem wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren müßte die ökologische Verträglichkeit der zum Einsatz kommenden Produkte geprüft und testiert werden. Dieses erfolgt z.Zt., wenn überhaupt, als Einzelfallentscheidung und damit sehr unkoordiniert, da verbindliche Prüf- und Bewertungskriterien, wie sie für die Chemikalieneinstufung und die Wassergefährdungsklassen nach § 19 g (5) WHG bekannt sind, nicht existieren. Hier ist ein offener und unregelter Bereich, der

sehr komplex und kompliziert ist. Er ist aber umgehend in Angriff zu nehmen, um im Sinne der Realisierung des Vorsorgeprinzips u. a. Boden- und Grundwasserschutz betreiben zu können. Das in Vorbereitung befindliche Bodenschutzgesetz sollte unbedingt dieses Problemfeld aufgreifen. Weiterhin wird auch das Produkthaftungsgesetz, die Bauproduktenrichtlinie der EG sowie ihre nationale Umsetzung im Bauproduktengesetz in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen sein. Es gilt also, die ökologische Verträglichkeit von Produkten zu fordern. Hierfür ist eine Strategie und ein Untersuchungsraaster sowie eine Bewertungssystem zu entwickeln, und zwar nach pragmatischen Gesichtspunkten.

3. Vorgehensweise für die Bewertung der ökologischen Verträglichkeit

Im folgenden werden zwei Wege dargestellt. Weitere Einzelheiten sind dem F+E-Bericht „Bewertung wassergefährdender Produkte“ [LÜH-92] des UBA zu entnehmen.

1. Das System der Wassergefährdungsklassen

Hierbei wird unter Verwendung von vorhandenen Bewertungen für Einzelstoffe ein pragmatischer Mischrechnungsansatz angewendet. Dieses führt z. B. unter Benutzung des Ansatzes zur Ermittlung der Wassergefährdungsklassen zu einem ähnlichen oder gleichen Klassifizierungssystem. Für die Ermittlung einer Mischungs-WGK wurde von der Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBWS) ein Ansatz entwickelt, der in der Fortschreibung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe (VwVwS) demnächst veröffentlicht wird. Dieser Ansatz entspricht einem prüfungs-/testlosen Vorgehen und führt zu keinen zusätzlichen Kosten.

Bei dem Ansatz wird davon ausgegangen, daß das WGK-System grundsätzlich auf Stoffgemische anwendbar ist, wenn deren Einzelkomponenten vollständig oder teilweise bekannt und in WGK eingestuft sind. Diese Regeln sind aber nicht ohne weitere Prüfung anwendbar z. B. bei

- Gemischen, deren Komponenten auf verschiedene Phasen verteilt sind;
- Gemischen, bei denen Anhaltspunkte für eine starke gegenseitige Beeinflussung der Wirkung vorhanden sind. Hierzu zählen auch Gemische, bei denen die Bioverfügbarkeit schwerlöslicher Stoffe z. B. durch Zusatz von Emulgatoren erhöht sein kann;
- Gemischen, in denen Komponenten enthalten sind, die gemäß TRGS 200 erbgutverändernd oder fruchtschädigend sind;

- Gemischen, bei denen die Anwendung der nachfolgend genannten Regeln zu einer anderen Einstufung führt als sich aus einer experimentellen Untersuchung des Gemisches selbst ergeben hat.

In derartigen Fällen wird eine Einzelfallentscheidung durch Fachleute erforderlich sein. Diese Bewertung zielt in erster Linie darauf ab, für die Ableitung von technischen Anforderungen die **WGK als sog. Anlagenkennziffer** auch für Stoffgemische/Produkte weiter auszubauen. **Ihre Einstufung verfolgt nicht die ökologische Bewertung von Produkten, wenn sie in das offene System Umwelt entlassen werden.**

2. Das System der Bauartzulassung

Bei dieser Vorgehensweise wird das jeweilige Produkt als Einheit/als Ganzes einem Set von Testen unter Simulation der realen Anwendungssituation unterworfen. Dieses führt letztlich zu einer Art „Bauartzulassung“, indem der Anwendungsbereich der Produkte bestimmten Auflagen unterworfen wird. Das kann zur Einschränkung der Anwendungsmöglichkeiten führen. Aus einer derartigen Bewertung läßt sich eine Klassifizierung der ökologischen Verträglichkeit in Ökologische Verträglichkeitsklassen (ÖVK) ableiten.

ÖVK 0:	ökologisch verträglich ohne Einschränkungen
ÖVK 1:	ökologisch verträglich für den Anwendungsbereich xyz
ÖVK 2:	ökologisch unverträglich

Vergleicht man beide Ansätze, so erfaßt der zweite Weg sehr viel mehr die Realität. Vor allem bei allen boden- und grundwasserrelevanten Produkten wird die Wechselbeziehung zwischen den Produkten und der Untergrundmatrix erfaßt. Wichtig bei diesem Weg ist, daß das Prüf- und Testprogramm mit wenigen, aber aussagefähigen Testen die ökologische Verträglichkeit beschreibt.

4. Das Prüfprogramm

Für eine praxisbezogene Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit von Produkten soll im folgenden das System der Bauartzulassung dargestellt werden, da es der Realität am nächsten kommt. Dafür ist eine umfassende Kenntnis ihrer

Tabelle 1: Kontrollkriterien bei nachteiligen und nachhaltigen Veränderungen der natürlichen Grundwasser-/Bodenbeschaffenheit

Natürliche Eigenschaften von Grundwasser/Boden	Veränderungen	Kriterien
1. Bioaktivitäten pflanzlicher, tierischer Mikro-/Makro-Organismen unter anaeroben/aeroben Bedingungen	Hemmung oder Förderung der Bioaktivität	Toxizität gegenüber Bakterien und Makro-Organismen, Biologische Abbaufähigkeit Mikro-Organismen
2. Mikrobiell-hygienisch unbedenkliche Qualität	Nachweis einer bakteriologisch bzw. virologisch-pathogenen Wirkung	Ames-Test, evtl. enzymatische Tests UV-Extinktion, Einzelstoff-Analytik
3. Frei von Ökologie- und Gesundheit-schädigenden Inhaltsstoffen	Anreicherung von Kanzerogenen, Mutagenen, Teratogenen u. anderen physiologisch wirkenden Schadstoffen	Temperatur
4. Regionalspezifische Wasser-/Boden-Temperatur	Zu- oder Abnahme	Organoleptische Parameter
5. Geruchs- und Geschmacksneutralität	Entstehung v. Fremd-Geruch oder -Geschmack	pH-Wert, Kriterien des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes
6. pH-Neutralität (6.5 bis 8.5)	pH-Verschiebungen in den deutlich sauren oder alkalischen Bereich	Spektral-Photometrische Parameter
7. Farblosigkeit (Grundwasser)	Verfärbungen	Nephelometrische Parameter
8. Durchsichtigkeit (frei von Trübstoffen)	Verminderung der Durchsichtigkeit als Folge von Feststoff-Dispersion (Fällung/Floccung), Emulsionsbildung	Adsorptionsfähigkeit
9. Regionalspezifische Adsorptionsfähigkeit (Boden)	Zu- oder Abnahme	Schichtung, Korngrößenverteilung, Wassergehalt, Porenvolumen, Durchlässigkeit/beiwert k_f
10. Bodenstruktur	Beeinflussung des Boden-/Wasserhaushaltes, Verdichtung, Zunahme oder Abnahme der Luft-/Wasser-Durchlässigkeit im Boden durch Verschlämmung, Verockerung, Inkrustation	Säure- und Basen-Bindungsvermögen
11. Ionenaustausch-(Boden) u. Pufferkapazität	Verringerung der Kapazitäten	TOC, DOC, EOX, AOX, Einzelstoffanalytik, Metaboliten
12. Regionalspezifische chemische Zusammensetzung	Zunahme	Salzkomponenten des Produktintrages
13. Regionalspezifischer Salzgehalt	Zunahme des Salzgehaltes	Schwermetallionen-Gehalt
14. Regionalspezifischer Schwermetallgehalt	Zunahme des Schwermetallgehaltes	Sauerstoff und Wassertemperatur
15. Regionalspezifischer Sauerstoffgehalt	Erzeugung oder Vergrößerung eines Sauerstoffdefizites	Radiologische Messungen
16. Regionalspezifische Radioaktivität	Zunahme der Radioaktivität	

physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften sowie Verhaltensweisen und Wechselwirkungen in der aquatischen und terrestrischen Umwelt erforderlich. Das Prüfprogramm orientiert sich an Eigenschaften und Wirkungsbezügen, die das Verhalten des Produktes in seiner Wechselwirkung mit dem natürlichen Ökosystem Boden und Grundwasser charakterisieren. In Tabelle 1 sind die maßgeblichen natürlichen Eigenschaften von Boden und Grundwasser aufgeführt, die durch Stoffe nachhaltig nachteilig verändert werden können. Weiterhin sind die relevanten Veränderungen und Einflüsse den natürlichen Eigenschaften zugeordnet sowie die Kriterien/Parameter, mit denen diese Veränderungen/Einflüsse erfaßt werden können.

Nach dem beabsichtigten Verwendungszweck der Produkte hat sich die Auswahl der zu beurteilenden Kriterien zu orientieren. Die in Betracht zu ziehenden Kriterien können den nachfolgenden Tabellen 2 bis 4 entnommen bzw. jeweils gekennzeichnet werden.

Das Prüfungsprogramm ist in drei aufeinander folgende Untersuchungskomplexe

A: Eigenschaften des Produktes

B: Beschaffenheit von Grundwasser (Prüfwasser) und Boden (Versuchsboden)

C: Ergebnis der Wechselbeziehungen zwischen Produkt und Grundwasser/Boden

unterteilt, deren gewonnene Ergebnisse miteinander gekoppelt eine praxisbezogene Grundlage zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit gewährleisten.

Der **Untersuchungskomplex „A“** enthält Kriterien, mit deren Hilfe zunächst nur die Eigenschaften der zu beurteilenden Produkte beschrieben werden können. Er ist unterteilt in Untersuchungskriterien zur Gewinnung

A₁: physikalischer und physikalisch-chemischer Größen und

A₂: chemischer Fakten

A₃: biologischer Eigenschaften.

Die unter A₁, A₂ und A₃ geforderten Informationen können z. T. in den Sicherheitsdatenblättern und Produktinformationen enthalten sein, anderenfalls müssen sie über Experimente und Recherchen beigebracht werden. Für gefährliche Einzelstoffe und ausgewählte Zubereitungen im Sinne des Chemikaliengesetzes besteht die Kennzeichnungspflicht. In der nachstehenden Tabelle 2 sind die jeweiligen Kriterien und Kenndaten von Produkten bzw. ihren Anteilen zusammengestellt.

Kriterien der physikalischen und chemischen Verhaltensweise der Stoffe bei einer zwingend notwendig werdenden (z. B. Havariefall) Eliminierung sind nicht in dieses Prüfprogramm eingebunden.

Tabelle 2: Untersuchungskomplex „A“: Kriterien und Kenndaten von Produkten bzw. ihren Anteilen

Kriterienauswahl		
A1: Physikalische, physikalische und chemische Kriterien	A2: Chemische Kriterien	A3: Biologische Kriterien
Schüttgewicht	Chem. Sauerstoffbedarf	Biologische Abbaubarkeit
Elektrolytische Leitfähigkeit	Organ. C- und N-Gehalt	Metaboliten
pH-Wert	Halogen- und Schwefel-Gehalt	Toxizität bei Säugetieren, Fischen, Daphnien, Algen, Bakterien, höheren Pflanzen
Redox-Potential	Schwermetall-Gehalt	Kanzerogenität
Dampfdruck	Alkali-, Erdalkali- und Ammonium-Gehalt	Mutagenität
Wasserlöslichkeit	Hydrolisierbarkeit	Teratogenität
Volatilität	Anionen-Gehalt	
Viskosität		
POW		
Geruch und Geschmack		

Zum **Untersuchungskomplex „B“** gehören Angaben zur regionalen, standort-spezifischen Zustands- und Verhaltenssituation der Produkt-Akzeptoren, d. h. der Umweltmedien „Grundwasser“ und „Boden“.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind hierzu wesentliche Kriterien dargestellt.

Die in Tabelle 3 entsprechend Untersuchungskomplex „B“ gewonnenen Untersuchungsbefunde beschreiben als Grundniveau den Beschaffenheitszustand der Prüfmedien „Grundwasser/Boden“ bzw. „Prüfwasser/Versuchsboden“ vor Einflußnahme des zu prüfenden Produktes unter Laborbedingungen. Im darauffolgenden experimentellen Schritt – gemäß Untersuchungskomplex „C“ – lassen sich Beschafftheits-Veränderungen am untersuchten Prüfmedium als Folge einer möglichen Wechselwirkung mit dem Produkt quantitativ bestimmen. Zu diesem Beschaffenheits-Vergleich des Prüfmediums „ohne“ und „mit“ Einfluß des Produktes sind die Ergebnisse des Untersuchungskomplexes „B“ zwingend notwendig.

Im **Untersuchungskomplex „C“** finden sich Daten und Informationen, die aus der Wechselwirkung Produkt/belebte-unbelebte Umwelt resultieren. Hierzu gehören eine Reihe ökologisch bedeutsamer Eigenschaften und Verhaltenskriterien, die in der belebten und unbelebten Umwelt direkt (Toxizität) oder indirekt (z. B.

Tabelle 3: Untersuchungskomplex „B“: Beschaffenheitszustand und regional-spezifische Randbedingungen von Grundwasser und Boden bzw. der zur Bewertung der ökologischen Verträglichkeit verwendeten Wasser- und Bodenproben

Kriterienauswahl	
Grundwasser/Prüfwasser	Boden/Versuchsboden
Wasserfließgeschwindigkeit Flurabstand Grundwasser UV-Extinktion Trübung Redox-Potential Sauerstoff-Gehalt Elektrolytische Leitfähigkeit Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	Struktur (Schichtung, Körnung etc.) Humusgehalt Adsorptionsfähigkeit Ionenaustausch Schwermetall-Gehalt, mobilisierbar Sauerstoffgehalt, Bodenluft
Gemeinsame Untersuchungskriterien Temperatur pH-Wert Färbung Geruch (Geschmack) Alkali-, Erdalkali-, Ammonium-Ionengehalt Schwermetall-Gehalt Säuren- und Basen-Bindungsvermögen Chemischer Sauerstoffbedarf Ökologische und gesundheitsschädigende Inhaltsstoffe und andere Kontaminanten Bioaktive pflanzliche, tierische Mikro-/Makro-Organismen unter anaerober/aerober Bedingung Mikrobiell-hygienischer Befund Radioaktivität	

gute Löslichkeit, Mobilität) unerwünschte Schadwirkungen auslösen und fördern. Diese Wechselbeziehungen werden wiederum nach verschiedenen Kriterien untersucht:

- C₁: Chemische Einflüsse und Veränderungen,
- C₂: Physikalisch-chemische Faktoren,
- C₃: Stoffumsätze und toxische Wirkung in der Umwelt einschließlich spezieller Erscheinungsformen wie Kanzerogenität, Mutagenität, Teratogenität.

Die nachstehende Tabelle 4 enthält eine Auswahl wichtiger Kriterien zur Beurteilung dieser Wechselbeziehungen.

Tabelle 4: Untersuchungskomplex „C“: Labormessungen u. a. von Extrakten, Eluaten aus definierten Wechselbeziehungen zwischen Produkt und Boden/Wasser für die Bewertung der ökologischen Verträglichkeit

Auswahl wichtiger Kriterien		
C1: Chemische Wechselwirkung	C2: Physikalisch-chemische Wechselwirkung	C3: Biologisch-chemische Wechselwirkung
Feststoffgehalt Färbung Geruch Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht Summenparameter, wie CSB, TOC bzw. DOC, EOX bzw. AOX, Kationenkonzentrationen (evtl. spez. Schwermetalle) Anionenkonzentrationen el. Leitfähigkeit Ausgewählte Einzelstoffe Eliminierung	Mobilität/Migration Bodenverdichtung Boden/Wasser-Haushalt Adsorption Eliminierung	Biochemischer Abbau Metaboliten Toxizität Grundwasser- und Boden-relevanter Mikro-/Makro Organismen Folgen d. biochem. Wechselwirkungen wie Kanzerogenität; Mutagenität Teratogenität Eliminierung

5. Zusammenfassende Bewertung

Die zusammenfassende Bewertung erfolgt analog den Spielregeln der Umweltverträglichkeitsprüfung, wobei alle wesentlichen Auswirkungen hier auf die Schutzgüter Boden und Grundwasser zu bestimmen sind und über eine sog. nicht-technische Zusammenfassung das jeweilige Produkt einer der drei ÖVK zugeordnet wird. Dabei erscheint es sinnvoll, mit sog. Ausschluß- oder ko-Kriterien zu arbeiten [RDT-91], um z.B. bei grenzwertüberschreitenden Ergebnissen besonders wichtiger, z.B. toxischer Kriterien eines Produktes, bereits im Untersuchungskomplex „A“ zum Abbruch aller weiteren notwendigen Untersuchungen zu kommen. Wurden z.B. bei einem einzigen Bestandteil eines Produktes kanzerogene Eigenschaften nachgewiesen, ist eine Bearbeitung der Untersuchungskomplexe „B“ und „C“ überflüssig, da hiermit ein ausnahmsloses Einsatzverbot des geprüften Produktes wegen ökologischer Unverträglichkeit begründet ist.

Ein abschließender Bewertungsvorschlag liegt noch nicht vor. Anhand der nachfolgenden Beispiele wird ein erster Versuch dargestellt.

6. Erste praktische Ansätze

Für den hier aufgezeigten Weg „System der Bauartzulassung“ liegen erste Erfahrungen vor, und zwar im Zusammenhang mit Injektionsmitteln und Kunststoffbelägen/-rasen im Außenbereich.

6.1 Injektionsmittel

Die Injektionsmittel wurden im Rahmen eines F+E-Vorhabens [STE-92] des Umweltbundesamtes bewertet, das vom IWS und der Ruhr-Universität Bochum durchgeführt wurde. Das Prüfprogramm und der Bewertungsansatz wurde vom IWS im Zusammenwirken mit dem Bundesgesundheitsamt, dem Umweltbundesamt und dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) entwickelt. Die Untersuchungen wurden versuchstechnisch an der Ruhr-Universität durchgeführt. Ausgangspunkt war ein Antrag eines Produktherstellers für Injektionsmittel auf allgemeine bauaufsichtliche Zulassung beim DIBt für alle Anwendungsbereiche.

Dieses wurde nach anfänglicher Abschätzung der ökologischen Verträglichkeit auf den Anwendungsbereich von nachträglichen Muffen- und Rißdichtungen von undichten Kanälen eingeschränkt. Dafür wurden die versuchstechnischen Bedingungen geschaffen.

Bei den zur Rohrsanierung verwendeten Produkten handelt es sich um Kunststofflösungen. Entsprechend den in der Praxis zum Einsatz kommenden zweikomponentigen Injektionsmitteln wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens 2 Polyurethane und 3 Acrylatharz-Systeme untersucht.

Die diese Materialien betreffenden bisherigen Untersuchungen bezüglich einer Einschätzung der von ihnen möglicherweise ausgehenden Umweltbeeinträchtigungen bestanden größtenteils aus Eluatsanalysen bzw. aus Analysen des Kontaktwassers eines labormäßig hergestellten, ausreagierten Probekörpers. Da jedoch davon auszugehen ist, daß eine mögliche Umweltbeeinträchtigung mehr vom noch nicht ausgehärtetem bzw. ausreagierten Injektionsmittel hervorgerufen wird, bestand der Anlaß, erstmalig eine auf diese Phase abgestimmte Prüfeinrichtung zu konzipieren. Aufgrund der Beeinflussung dieser Phase durch die Verpreßtechnik bzw. den Mischvorgang der beiden Komponenten muß die Prüfeinrichtung darüber hinaus auch den Einsatz des zum jeweiligen Injektionsmittel zugehörigen Verpreßgerätes ermöglichen.

6.2 Kunststoffbeläge/Kunststoffrasen

Veranlaßt durch die anstehende Entsorgung von alten Kunststoffbelägen und Kunststoffrasen wurde das IWS von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz in Berlin im Rahmen eines Forschungsvorhabens um eine Beurteilung der „Umweltverträglichkeit von Kunststoffbelägen/Kunststoffrasenprodukten bezüglich ihrer Herstellung, Verlegung, Nutzung, Entfernung und Entsorgung“ gebeten.

Zur selben Zeit wurde die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) in St. Gallen von dem Departement des Innern der Schweiz beauftragt, zur Umweltverträglichkeit von Sportböden Stellung zu beziehen.

In enger Zusammenarbeit mit der EMPA St. Gallen und in Absprache mit verschiedenen öffentlichen Institutionen Deutschlands, u.a. der Arbeitsgruppe "Sportböden" in der Sportministerkonferenz, wurde ein Prüfprogramm zur Erfassung der umweltrelevanten Parameter entwickelt.

Die hier vorgestellte Prüfmethode wurde in der Schweiz als Richtlinie für die Umweltverträglichkeit von elastischen Kunststoffbelägen auf Freianlagen eingeführt [SPO-93]. Sie ist vollumfänglich im Rahmen der Gütesicherung für Kunststoffbeläge bzw. Kunststoffrasenbeläge für Sportfreianlagen [RAL-94] in die Anforderungen der Gütegemeinschaft in Deutschland integriert.

6.3 Prüfprogramm für Injektionsmittel und Kunststoffbeläge/ Kunststoffrasen

Ausgehend von dem jeweiligen Produkt und seiner speziellen Anwendung und seinen Auswirkungen im Ökosystem „Boden/Grundwasser“ wurde entsprechend der Tabellen 1 bis 4 das jeweilige Prüfprogramm festgelegt. Diese Prüfprogramme sind in Tabelle 5 und 6 dargestellt.

Die genaue Beschreibung der Versuchsanordnung zur Erfassung des Untersuchungskomplexes „C“ und die Analysemethoden sind in dem Forschungsbericht zu den Injektionsmitteln [STE-92] beschrieben.

Das in dieser Arbeit entwickelte Prüfprogramm wurde vom DIBt inzwischen als Anforderung zwecks Beurteilung der Umweltverträglichkeit im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung von Produkten zur Rohrsanierung festgelegt.

Für die Bewertung der Versuchsergebnisse ist beim DIBt ein Arbeitskreis „Rohrsanierung“ eingerichtet worden.

Die genaue Beschreibung der Versuchsanordnung zur Erfassung des Untersuchungskomplex „C“ und die Analysemethoden sind in der Mitteilung des Eidg. Sportschule Magglingen [SPO-93] und den Ausführungsbestimmungen zur Gütesicherung RAL für Kunststoffbeläge in Sportfreianlagen [RAL-94] beschrieben.

Für die Bewertung der ökologischen Verträglichkeit von Kunststoffbelägen ist in der Schweiz die Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung“ (ein Ausschuss der eidgenössischen Sportkommission) zuständig, in Deutschland die „Gütegemeinschaft für Kunststoffbeläge in Sportanlagen“, für die das IWS-TU Berlin die ökologischen Untersuchungen durchführt.

Tabelle 5: Prüfprogramm „Injektionsmittel“

Untersuchungs-komplex	Notwendiger Befund	Anmerkungen
A ₁ , A ₂ , A ₃	Rezeptur und Kenndaten der Ausgangs-stoffe	
B	Kenntnis der für die Injektion relevanten Parameter wie Bodenstruktur und Grundwasserfließgeschwindigkeit und -richtung	Evtl. Auflagen für den Einsatz in verschiedenen Wasserschutz-zonen
C ₁	Ausgangsstoffe und Reaktions-produkte Summenparameter TOC Elektrolytische Leitfähigkeit	Alle Befunde beziehen sich auf das Umströmungs-wasser im ange-wandten Laborsy-tem Boden/Wasser
C ₂	Fließgeschwindigkeit } Umströ- Temperatur } mungs- pH-Wert } wasser Siebkurven } des einge- Porenvolumen } bauten Eigenfeuchte } Sandes	
C ₃	Biologischer Abbau Toxizität: • Leucht-bakterien • TTC-Test Mikrobiologische Untersuchungen: Koloniezahlen von E. coli und Pseudomonas aeruginosa Mutagenität: Ames-Test	Alle Befunde beziehen sich auf das Umströmungs-wasser im ange-wandten Laborsy-tem Boden/Wasser

Tabelle 6: Prüfprogramm „Kunststoffbeläge“

Untersuchungs-komplex	Notwendiger Befund	Anmerkungen
A ₁ , A ₂ , A ₃	Rezeptur und Kenndaten der eingesetzten Einzelstoffe/Produkte	Verbot von aktivem Einsatz von Quecksilber, Cadmium, toxischen Zinn- und Chromverbindungen Verbot von TDI-Gehalten von > 2%
B	Kenntnis über die für den Einbau des Kunststoffbelages relevanten Boden- und Grundwassereigenschaften	Evtl. Auflagen für den Einbau in verschiedenen Wasserschutz-zonen
C ₁	Freisetzung von Kontaminaten: <ul style="list-style-type: none"> • DOC • EOX • Schwermetalle: Cd, Hg, Pb, Zn, Cr und Sn 	Alle Befunde beziehen sich auf Perkolate und Eluate von Kunststoffbelagsproben
C ₃	Toxizität: Nitrifikationshemmung	

7. Ausblick

Mit dem vorgeschlagenen Weg wird ein Instrument geschaffen, das Hersteller und Inverkehrbringer von Produkten, die boden- und grundwasserrelevant sind, sowie die Behörden in die Lage versetzt, die erforderlichen Aussagen über die zu erwartenden Einflüsse mit Fakten und belastbaren Daten zu dokumentieren. Bei einem Konsens der Beteiligten über das methodische Vorgehen weiß der Hersteller/Inverkehrbringer, welche Informationen er zu erbringen hat. Und die Behörde braucht bei dem Verfahren nur auf Vollständigkeit und Plausibilität zu prüfen.

Wäre ein solches Vorgehen bereits eingeführt gewesen, würde die Diskussion über den Einsatz von Sohlabdichtungssystemen, insbesondere von Weichgelen nicht in der z.Zt. stattfindenden Form ablaufen. Die Bauindustrie wäre sicherlich einen solchen Weg gegangen. Leider ist er in dem erforderlichen ökologischen Ausmaße nicht in Angriff genommen worden. Diese Anstrengungen wären sicherlich der Bauindustrie zugute gekommen.

8. Literatur:

- [LÜH-87]: *Lühr, H.-P.*: Umwelt und Technologie – Chance für die Zukunft
McGraw-Hill Book Company GmbH 1987, 132 S.
- [RAL-94]: RAL-GZ 943 bzw. RAL-GZ 943/1: Ausführungsbestimmungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen für Kunststoffbeläge bzw. Kunststoffrasenbelägen in Sportfreianlagen, Gütesicherung RAL-GZ 943 bzw. RAL-GZ 943/1 (Fassungen Oktober 1994)
- [SPO-93] Eidgenössische Sportschule Magglingen, Sektion Sportanlagen (Hrsg.): Sportböden-Richtlinie für Umweltverträglichkeit von elastischen Kunststoffbelägen auf Freianlagen, 105d, November 1993
- [STE-92] *Stein, D.; Lühr, H.-P.; v. Gersum, F. und Grunder, H.Th.*: „Entwicklung und Erprobung umweltfreundlicher Injektionsmittel und -verfahren zur Behandlung örtlich begrenzter Schäden und Undichtigkeiten in Kanalisation unter Berücksichtigung des Gewässerschutzes“, Forschungsbericht 92-10204504, Juni 1992, 167 Seiten
- [LÜH-92] *Lühr, H.-P.; Grunder H. Th.; Rummel, W.*: „Konzept für einen Leitfaden zur Festlegung von Anforderungen an die ökologische Verträglichkeit von Produkten, die bei bestimmungsgemäßer Anwendung und Nutzung in Grundwasser und Böden gelangen können.“ Forschungsbericht 102 03 442, Umweltbundesamt, Nov. 92
- [RDT-91] *Rottgardt, D.; Lühr H.-P.*: „Bewertungsmaßstäbe einer UVP am Beispiel der Sonderabfallverbrennungsanlage Kaisersesch.“ IWS-Schriftenreihe Band 12, Symposium Aachen, 18./19. 3. 1993