

Grundsätze zur

Bewertung der Auswirkungen von
Bauprodukten auf Boden und Grundwasser

Impressum:

Herausgeber
Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -
Anstalt des öffentlichen Rechts
Kolonnenstr. 30 B
10829 Berlin

Telefon: 030/78730 -0
Telefax: 030/78730 -320
eMail: dibt@dibt.de
www.dibt.de

Berlin 2011

INHALT

**Grundsätze zur
Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser
Teil I
- Fassung Mai 2009 -**

**Grundsätze zur
Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser
Teil II
- Fassung September 2011 -**

**Grundsätze zur
Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser
Teil III
- Fassung Mai 2009 -**

Grundsätze zur

Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser*

Teil I

Mai 2009

* Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (in der aktuellen Fassung abrufbar im Internet unter www.eur-lex.europa.eu) sind beachtet worden.

Impressum:

Herausgeber
Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -
Anstalt des öffentlichen Rechts
Kolonnenstrasse 30 B
10829 Berlin

Telefon (030) 7 87 30 - 0
Telefax (030) 7 87 30 - 320
E-mail dibt@dibt.de
www.dibt.de

Berlin

Redaktionsschluss: 28.05.2009

Vorbemerkung

Diese Grundsätze dienen der Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Das Grundwasser und der Boden sind hohe Schutzgüter. Ihren Schutz regeln die Wassergesetze und das Bodenschutzrecht. Im Rahmen der Landesbauordnungen sind Gefahren für die natürlichen Lebensgrundlagen abzuwehren, die von baulichen Anlagen oder Teilen von ihnen ausgehen. Aufgrund der Unteilbarkeit der Medien "Grundwasser" und "Boden" kann nach den Landesbauordnungen kein vom Wasser- und Bodenrecht abweichendes Schutzniveau gelten.

Diese Grundsätze wurden von der Projektgruppe "Boden- und Grundwassergefährdung durch Baustoffe - Analyse, Bewertung" erarbeitet. Diese ressortübergreifende Projektgruppe wurde auf Empfehlung des Grundsatzausschusses für die Beratung des Deutschen Instituts für Bautechnik im Zusammenhang mit Fragen des Gewässer- und Bodenschutzes (GA 3) gegründet, um ein fachübergreifendes Konzept zur Bewertung möglicher schädlicher Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser zu entwickeln. In der Projektgruppe haben unter anderem Vertreter der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Abfall, Boden und Wasser mitgearbeitet. Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften haben den hier vorliegenden Grundsätzen zugestimmt.¹ Der Grundsatzausschuss für die Beratung des Deutschen Instituts für Bautechnik im Zusammenhang mit Fragen des Gewässer- und Bodenschutzes (GA 3) hat diese Grundsätze am 9. November 2004 verabschiedet.

Anhang I-D.2 wurde gemäß Beschluss der Fachkommission Bautechnik in der 169. Sitzung am 28.02./01.03.2007 um eine Übergangsregelung für die betroffene Industrie zu schaffen ergänzt.

Prüfverfahren, Überwachungen und Zertifizierungen, die von Stellen eines anderen Mitgliedstaates der Europäischen Union oder der Türkei oder eines EFTA-Staates, der Vertragspartei des Abkommens über den europäischen Wirtschaftsraum ist, erbracht werden, sind ebenfalls anzuerkennen, sofern die Stellen auf Grund ihrer Qualifikation, Integrität, Unparteilichkeit und technischen Ausstattung Gewähr dafür bieten, die Prüfung, Überwachung bzw. Zertifizierung gleichermaßen sachgerecht und aussagekräftig durchzuführen. Diese Voraussetzungen gelten insbesondere als erfüllt, wenn die Stellen nach Artikel 16 der Richtlinie 89/106/EWG vom 21. Dezember 1988 für diesen Zweck zugelassen worden sind.

¹ Dieses gilt nicht für die Übergangsregelung in Anhang I-D.2, die nach Feststellung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaften Abfall, Wasser und Boden nicht mit der Beschlusslage der UMK vereinbar ist und daher von diesen nicht als Grundlage für den Vollzug des Umweltrechts anerkannt wird.

Diese Grundsätze gliedern sich in drei Teile. In Teil I wird das Konzept zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und hinsichtlich der Besorgnis einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften beschrieben. In Teil II wird das Bewertungskonzept an ausgewählten Bauprodukten konkretisiert. In Teil III werden die Analyseverfahren aufgelistet, die bei einer Bewertung von Bauprodukten nach Teil I und Teil II herangezogen werden sollen.

I N H A L T

TEIL I ALLGEMEINES BEWERTUNGSKONZEPT

1	Anwendungsbereich und Rechtsgrundlagen -----	3
2	Grundsätze zur Bewertung-----	3
2.1	Grundwasserschutz -----	4
2.2	Bodenschutz-----	5
2.3	Abfallwirtschaft-----	6
2.4	Zusammenfassende Betrachtung-----	6
3	Bewertungskonzept-----	8
3.1	Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts-----	8
3.2	Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts-----	10
3.2.1	Stufe 2, 1. Schritt: Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter-----	11
3.2.2	Stufe 2, 2. Schritt: Ermittlung und Bewertung der stofflichen Parameter -----	12
3.2.3	Stufe 2, 3. Schritt: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter -----	12
4	Gesamtbewertung-----	16
ANHANG I-A	Erläuterung zu den berührten Rechtsbereichen -----	I
ANHANG I-B	Abkürzungen, Begriffe und Definitionen -----	VI
ANHANG I-C	Zusammenstellung der Elutionsverfahren -----	IX
ANHANG I-D.1	Geringfügigkeitsschwellen-----	XII
ANHANG I-D.2	Übergangsregelung -----	XIII

TEIL I ALLGEMEINES BEWERTUNGSKONZEPT

1 Anwendungsbereich und Rechtsgrundlagen

Diese Grundsätze sind die Grundlage für die Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und der Besorgnis einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften (kurz Grundwasserverunreinigung) bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Ferner soll das hierin beschriebene Bewertungskonzept bei der Vorbereitung von Leitlinien für europäische technische Zulassungen oder auch von Common Understanding of Assessment Procedures (CUAPs) für Einzelzulassungen nach Artikel 9.2 der Bauproduktenrichtlinie als deutscher Standpunkt eingebracht werden.

Mit der o.g. Bewertung von Bauprodukten wird sichergestellt, dass bei deren Einbau und Verwendung die Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und die einer Grundwasserverunreinigung ausgeschlossen werden kann. Wenn Abfälle für die Herstellung von Bauprodukten verwendet werden, bilden diese Grundsätze auch die Grundlage für die Bewertung der Schadlosigkeit der Abfallverwertung.

Zu den von diesen Grundsätzen betroffenen Bauprodukten gehören Produkte für bauliche Anlagen, die direkt auf dem Boden aufliegen oder im Kontakt mit diesen sind (so genannte erdberührte Bauteile), insbesondere die bei der Gründung von baulichen Anlagen verwendeten Bauprodukte. Bauprodukte, deren Umweltverträglichkeit nach Regelungen anderer Rechtsbereiche ausreichend beurteilt wurde, fallen nicht unter den Geltungsbereich dieser Grundsätze.

Auf der Grundlage dieser Grundsätze werden die Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser für definierte Randbedingungen bewertet, die so gewählt sind, dass möglichst viele Standardfälle abgedeckt werden. Spezielle standortspezifische Gegebenheiten, wie z.B. hydrogeologische Verhältnisse, regional spezifische Stoffgehalte in den Medien Boden und Grundwasser oder spezifische Nutzungssituationen, die von den definierten Rahmenbedingungen abweichen sowie besondere Anforderungen, die sich aus Wasserschutzgebietsverordnungen ergeben, sind von der jeweils zuständigen Behörde vor Ort zu berücksichtigen und können zu einer Erweiterung oder Einschränkung der Anwendung des zugelassenen Bauproduktes (unter Umständen bis zum Verwendungsverbot) führen.

Auf Grundlage von § 3 Musterbauordnung bzw. den entsprechenden Regelungen der Landesbauordnungen sowie § 5 Bauproduktengesetz ist der Boden- und Grundwasserschutz bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen sowie europäischer technischer Zulassungen für Bauprodukte zu beachten. Bei der Erstellung dieser Grundsätze wurden die Regelungen relevanter Rechtsbereiche berücksichtigt. Die Anforderungen, die sich aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ergeben, wurden beachtet. Eine Erläuterung der gesetzlichen Regelungen ist Anhang I-A zu entnehmen.

2 Grundsätze zur Bewertung

Bewertet werden die chemische Zusammensetzung der Bauprodukte und die jeweils im vorgesehenen Anwendungsfall durch Einwirkung von Wasser eluierbaren Inhaltsstoffe und deren mögliche Auswirkungen auf die Beschaffenheit von Boden und Grundwasser.

Zur Ermittlung der eluierbaren Inhaltsstoffe sind Methoden anzuwenden, die die Verhältnisse baulicher Anlagen in Boden und Grundwasser entsprechend den nachfolgenden Ausführungen hinreichend genau abbilden, dabei sind auch gegebenenfalls zeitabhängige Veränderungen des Bauprodukts zu berücksichtigen. Hierbei ist auf einschlägige Erfahrungen zurückzugreifen, unter Umständen sind zusätzliche Untersuchungen durchzuführen.

Teil I – Allgemeines Bewertungskonzept

Bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse werden zusätzlich zu den o. g. Rechtsvorschriften auch die Grundsätze der einschlägigen Bund-/Länder-Arbeitsgruppen aus dem Bereich der Umweltministerkonferenz (UMK) berücksichtigt. Diese werden im Folgenden erläutert.

Die in diesen Grundsätzen festgelegten Prüfungen sind bei einer vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) benannten Prüfstelle durchzuführen.

2.1 Grundwasserschutz

In den "Grundsätzen des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz" (GAP-Papier) - Stand Mai 2002 - der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser wird beschrieben, unter welchen Bedingungen Grundwasser als "dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädlich verändert" (kurz: verunreinigt) nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG einzustufen ist. Zur Festlegung dieser Bewertungsmaßstäbe wird zunächst der Ort festgelegt, an dem ein schädlicher Einfluss auf das Grundwasser zu erfassen und zu bewerten ist.

Bauprodukte müssen sich so verhalten, dass es nach menschlichem Ermessen unwahrscheinlich ist, dass es unter den Bedingungen, unter denen sie eingebaut werden sollen, in absehbarer Zeit zu einer Grundwasserverunreinigung kommt². Bei der Abschätzung des Gefährdungspotenzials ist auch das Langzeitverhalten des zu beurteilenden Bauprodukts mit zu berücksichtigen.

Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen

Der maßgebliche Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen ergibt sich aus der Lage des Einbauortes des Bauproduktes zum Grundwasser³ (s. Abbildung I.1):

- Das Bauprodukt wird über dem Grundwasser eingebaut, d.h. über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand; der Stoffeintrag in das Grundwasser erfolgt aus der ungesättigten Zone. Um die wasserrechtlich gebotene Vorsorge für das Grundwasser zu gewährleisten, muss das Sickerwasser die Geringfügigkeitsschwellen schon an der Unterkante des Bauprodukts einhalten. Dadurch wird im Sickerwasser beim Auftreffen auf das Grundwasser ein ausreichender Sicherheitsabstand zum Beginn einer möglichen Grundwasserverunreinigung geschaffen.
- Das Bauprodukt wird im Grundwasser, in der gesättigten Zone, eingebaut; es wird damit von Grundwasser umströmt oder durchströmt. Der Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen ist der Kontaktbereich zwischen dem Bauprodukt und dem Grundwasser (Kontaktgrundwasser). Dieses gilt auch dann, wenn damit gerechnet werden kann, dass sich das Bauprodukt erst zu einem späteren Zeitpunkt z.B. nach einem Anstieg des Grundwasserspiegels in der gesättigten Zone befindet oder wenn das Bauprodukt sowohl in der ungesättigten als auch in der gesättigten Zone eingebaut werden kann.

Soweit zur Festlegung, ob die Geringfügigkeitsschwellenwerte beim Einbau von Bauprodukten eingehalten werden, auf die Ergebnisse von Elutionsversuchen zurückgegriffen werden muss, ist zu berücksichtigen, dass die im Versuch ermittelten Schadstoffkonzentrationen in der Regel nicht mit denjenigen unter natürlichen Verhältnissen übereinstimmen. In diesen Fällen bedarf es einer Übertragungsfunktion, um entscheiden zu können, ob die Anforderung des Grundwasserschutzes nach Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfüllt werden (vgl. Kap. 3.2).

² Gem. Begründung des BVerwG vom 26.6.1970 zum Besorgnisgrundsatz.

³ Aufgrund von Folgereaktionen (z.B. sekundären Mobilisierungseffekten) kann es erforderlich sein, eine mögliche Grundwassergefährdung auch im weiteren Verlauf des Grundwasserstroms zu beurteilen.

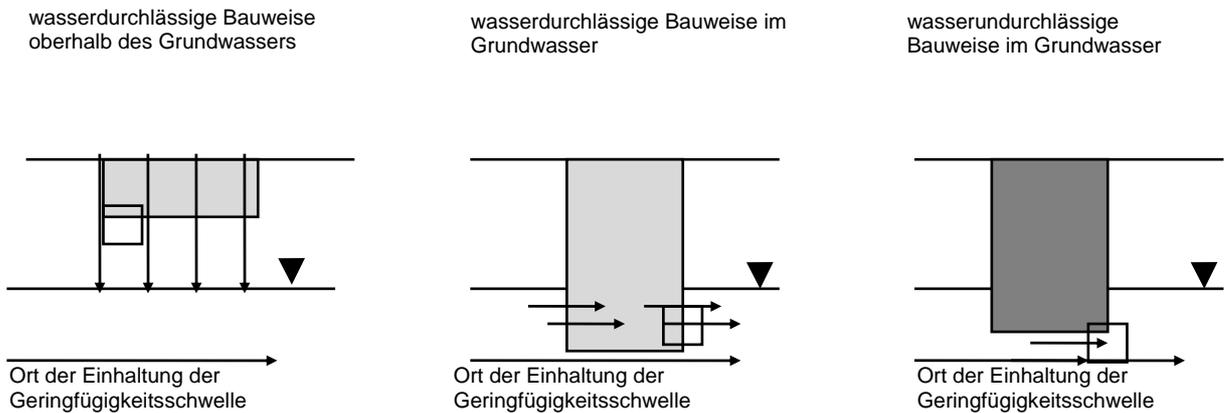


Abbildung I.1: Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen beim Produkteinsatz

Für die Entstehung einer Grundwasserverunreinigung ist es grundsätzlich unerheblich, ob eine Verunreinigung eines Grundwasservolumenelements im weiteren Verlauf der Fließstrecke abgebaut oder durch die Vermischung mit nicht verunreinigtem Grundwasser verdünnt wird.

Geringfügigkeitsschwelle

Das Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser kann am Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen nach den Grundsätzen der LAWA dann als "in nur unerheblichem Ausmaß in seiner chemischen Beschaffenheit verändert" (im rechtlichen Sinne nicht verunreinigt) gewertet werden, wenn trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber den regionalen Hintergrundwerten

- keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten können

und wenn außerdem

- die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleitete Werte eingehalten werden.

Für entsprechende Konzentrationswerte wird der Begriff "Geringfügigkeitsschwelle" verwendet. Die Geringfügigkeitsschwellen für die wesentlichen Parameter, die in Bauprodukten enthalten sein können, sind in Anhang I-D beschrieben.

Liegen die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser über den Geringfügigkeitsschwellen, können von den Wasserbehörden für solche Regionen im Einzelfall höhere Werte zugelassen werden, die höchstens diesen regionalen Konzentrationen entsprechen dürfen.

Für einzelne Stoffe, die in der in Anhang I-D zitierten Veröffentlichung nicht aufgeführt sind, ist in Abstimmung mit der LAWA zu klären, ob eine Geringfügigkeitsschwelle zu beachten und ggf. ein entsprechender Konzentrationswert festzulegen ist. Kann eine Geringfügigkeitsschwelle nicht festgelegt werden (z.B. wegen nicht ausreichender Datengrundlage), so ist über ökotoxikologische Daten, die in Umfang und Aussagekraft den biologischen Wirkungstests nach Abschnitt 3.2.3 entsprechen oder mit diesen identisch sind, zu belegen, dass ein zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellen vergleichbares Gefährdungspotenzial vorliegt.

Bei organischen Stoffen ist eine stoffspezifische Geringfügigkeitsschwelle manchmal nicht sinnvoll, weil keine definierten Einzelstoffe vorliegen wie z.B. bei Präpolymerengemischen, oder gar nicht erforderlich, wenn eine Verbindung relativ untoxisch und leicht abbaubar ist wie z.B. einfache Alkohole. In solchen Fällen ist eine mögliche nachteilige Veränderung des Grundwassers bauproduktsspezifisch zu bewerten.

2.2 Bodenschutz

Die bei der Vorsorge für das Grundwasser zu erfüllenden Anforderungen richten sich nach wasserrechtlichen Vorschriften. Die den Boden – Grundwasser - Pfad betreffenden spezifischen bodenschutzrechtlichen Vorschriften (Sickerwasserprognose; Prüfwerte) bleiben unberührt.

Teil I – Allgemeines Bewertungskonzept

Bezüglich der Auswirkungen von Bauprodukten auf die Bodenfunktionen ist die Erhaltung der Filter- und Pufferfunktion des Bodens besonders zu berücksichtigen. Da Standortbedingungen für den Einsatz bestimmter Bauprodukte im Rahmen des hier vorgelegten Bewertungskonzeptes nicht festgelegt werden können, ist die unter Abschnitt 2.1 genannte Geringfügigkeitsschwelle bereits unterhalb der Einbaustelle des Bauprodukts einzuhalten, da in Abhängigkeit des Einbaues keine Rückhaltung von Schadstoffen im Boden in Anrechnung gebracht werden kann. Darüber hinaus wird dadurch gleichzeitig sichergestellt, dass es zu keiner erheblichen Anreicherung von Schadstoffen im Boden kommen wird. Durch die Zulassung von Bauprodukten muss deshalb gewährleistet sein, dass eine Unterschreitung der Geringfügigkeitsschwelle im Kontaktbereich zwischen Bauprodukt und Boden sichergestellt wird.

Unterschreiten die Konzentrationen der Stoffe die Geringfügigkeitsschwellen, so wird davon ausgegangen, dass es im Boden zu keiner schädlichen Anreicherung dieser Stoffe kommt.

Wasserundurchlässige Bauweisen oberhalb des Grundwassers werden aus Sicht des Bodenschutzes in der Regel als nicht kritisch angesehen, da keine relevanten Sickerwassermengen entstehen, durch die Schadstoffe in den Boden eingetragen werden könnten.

Bei im Grundwasser eingebauten Bauprodukten werden die Anforderungen des Bodenschutzes durch die Anforderungen des Grundwasserschutzes mit abgedeckt.

Falls die Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen aus Sicht des Bodenschutzes nicht sicher belegt werden kann, müssen biologische Testverfahren (s. Abschnitt 3.2.3) herangezogen werden, um die Auswirkungen eines Bauproduktes auf den Boden zu bewerten.

2.3 Abfallwirtschaft

Nach § 5 Abs. 3 KrW-/AbfG hat die Verwertung von Abfällen, insbesondere durch ihre Einbindung in Erzeugnisse, ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen. Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt. Das heißt, bei der Bewertung von Bauprodukten ist - sofern Abfälle für die Herstellung des Bauproduktes verwendet werden - sicherzustellen, dass es durch den Einsatz belasteter Abfälle nicht zu einer Verschleppung von Schadstoffen in Bauprodukte und damit zu einer Schadstoffanreicherung kommt. Hierzu werden aus abfallwirtschaftlicher Sicht Obergrenzen für Schadstoffgehalte festgelegt.

2.4 Zusammenfassende Betrachtung

Nach der Einbauweise lassen sich die Anwendungsfälle nach Tabelle I.1 unterscheiden. Im Folgenden werden diese Fälle einer zusammenfassenden Betrachtung aus der Sicht des Gewässer- und des Bodenschutzes unterzogen.

Tabelle I.1: Anwendungsfälle

	Wasserdurchlässige Bauweise	Wasserundurchlässige Bauweise
Einbau über dem Grundwasserspiegel (in der ungesättigten Zone)	Fall A1	Fall B1
Einbau im Grundwasser (in der gesättigten Zone)	Fall A2	Fall B2

Fall A1:

Nach den Grundsätzen des Grundwasser- und Bodenschutzes ist als Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwelle der Kontaktbereich zwischen Bauprodukt und Boden maßgebend. Die Filterfunktion der Sickerstrecke unter dem Bauprodukt darf nicht in Anspruch genommen werden.

Fall A2:

Die Bedeutung von wasserdurchlässigen Bauweisen im Grundwasser (Schüttbauweisen) ist vergleichsweise gering. In diesem Fall sind insbesondere die Anforderungen des Grundwasserschutzes maßgeblich sowie ggf. Anforderungen anderer betroffener Rechtsbereiche.

Fall B1:

Wasserundurchlässige Bauweisen über dem Grundwasserspiegel sind sowohl aus der Sicht des Grundwasser- als auch des Bodenschutzes in der Regel unproblematisch. Hier können, abgesehen von eventuell kurzzeitigen "wash-off"-Effekten, keine relevanten Mengen schadstoffbelasteten Sickerwassers auftreten.

Fall B2:

Bei wasserundurchlässigen Bauweisen im Grundwasser wird eine Freisetzung von Inhaltsstoffen an der Oberfläche häufig durch diffusionskontrollierte Prozesse verursacht. In Abhängigkeit von der Freisetzungsrate, dem Grundwasservolumenstrom und der Kontaktstrecke stellen sich dabei im Kontaktgrundwasser bezüglich des Stoffübergangs zeitabhängige Konzentrationsprofile ein. Mit zunehmender Zeit und Entfernung von der Materialoberfläche nehmen die Stoffkonzentrationen relativ stark ab. Kurz nach Einbringen des Baukörpers in das Grundwasser kann die Geringfügigkeitsschwelle in der Grenzschicht erheblich überschritten werden.

Erhöhte Konzentrationen in sehr dünnen Grenzschichten und während kurzer Zeiträume sind aber rechtlich nicht relevant, da sie wegen der sehr geringen Frachten keine dauernde oder erhebliche schädliche Veränderung des Grundwassers bewirken. Daher ist es grundsätzlich zulässig, bei der Beurteilung von Stoffeinträgen in Abhängigkeit von der Fallgestaltung sowohl kleinräumig als auch zeitlich zu mitteln. Bei der Bewertung der Bauprodukte in Teil II dieser Grundsätze werden die anzusetzenden Abstände und Zeiträume festgelegt.

Einen Sonderfall stellen Bauprodukte dar, die nach dem Einbringen komponentenweise oder als Gemisch direkt mit dem Boden oder dem Grundwasser in Kontakt kommen, bevor sie zu einem festen Produkt aushärten. In diesem Fall sind sowohl das ausgehärtete Bauprodukt als auch das Bauprodukt in der Aushärtungsphase sowie mögliche Mobilisierungseffekte zu bewerten. Genauere Ausführungen werden bei Bedarf in Teil II aufgenommen.

Werden in den vorher beschriebenen Anwendungsfällen Abfälle in Bauprodukten eingesetzt, sind – unabhängig davon, ob es sich ausschließlich um Abfälle oder um Gemische von Abfällen mit Primärrohstoffen handelt - zusätzlich zu den vorgenannten Bewertungen hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz auch die abfallrechtlichen Vorschriften und bei mineralischen Abfällen hauptsächlich die LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln"⁴ anzuwenden. Dadurch wird auch für Bauprodukte, bei denen Abfälle eingesetzt werden, das gleiche Umweltschutzniveau gewährleistet wie bei Bauprodukten ohne den Einsatz von Abfällen.

⁴ LAGA-Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regel, in der jeweils aktuellen Fassung, Erich Schmidt Verlag, Berlin, Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Nr. 20 oder www.laga-online.de

3 Bewertungskonzept

Das Bewertungskonzept umfasst zwei Stufen:

- Stufe 1** Ermittlung und Bewertung aller Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts
- Stufe 2** Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts. Hierzu müssen auf den Anwendungsfall bezogene Eluate der Bauprodukte hergestellt werden.
- Die 2. Stufe umfasst die Ermittlung und Bewertung
- der allgemeinen Parameter in einem 1. Schritt,
 - der stofflichen Parameter in einem 2. Schritt und
 - der biologischen Parameter in einem 3. Schritt.

Das Ablaufschema für diese stufenweise Bewertung ist in Abbildung I.3 dargestellt. Daraus ist zu entnehmen, dass sofern die in den verschiedenen Untersuchungs- und Bewertungsschritten zu beurteilenden Parameter durch vorliegende Nachweise bzw. die Erfüllung der im Text festgelegten Kriterien sicher eingeschätzt werden können, gegebenenfalls auf weitere Untersuchungen verzichtet werden kann.

3.1 Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts

Im Rahmen von Zulassungsverfahren beim DIBt erfolgt die Ermittlung aller Inhaltsstoffe über die vom Hersteller gegenüber dem DIBt offen zu legende Rezeptur. Falls keine oder nur eine unvollständige Rezeptur vorliegt, erfolgt die Ermittlung der Inhaltsstoffe anhand von sachgerecht durchzuführenden Analysen. Die Analysemethoden müssen so ausgewählt werden, dass eine nahezu 100 %ige Erfassung der Inhaltsstoffe ermöglicht wird. Dies bedeutet z.B. für anorganische Inhaltsstoffe, dass geeignete Aufschlussverfahren anzuwenden sind.

Werden bei der Herstellung eines Bauproduktes Abfälle (zur Verwertung) verwendet, ist der unvermischte und unverdünnte Abfall gesondert zu bewerten. Handelt es sich um mineralische Abfälle, ist hierfür als Grundlage die LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" anzuwenden.

Bewertung der relevanten⁵ Inhaltsstoffe

Zur Bewertung der relevanten Inhaltsstoffe werden die folgenden Kriterien herangezogen:

- Anwendung von Ausschlusskriterien für einzelne Inhaltsstoffe,
- gesicherte Kenntnisse über die Unbedenklichkeit aller Inhaltsstoffe bezüglich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und der einer Grundwasserverunreinigung,
- Vergleich mit bereits auf der Grundlage dieser Grundsätze bewerteten Bauprodukten gleichartiger Zusammensetzung.

Folgende Ausschlusskriterien gelten:

- Geltende gesetzliche Verwendungsverbote und Beschränkungen für spezielle Stoffe müssen eingehalten werden (z.B. Chemikalienverbotsverordnung).
- Der Einsatz von Stoffen, die nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG in der jeweils aktuell geltenden Fassung mit "N", "T+" und "T" gekennzeichnet werden müssen, sollte vermieden werden; falls solche Stoffe technisch unvermeidbar sind, muss eine Bewertung nach Stufe 2 durchgeführt werden. Die Bewertung nach Stufe 2 kann entfallen, falls die Unbedenklichkeit dieser Stoffe im Produkt durch andere Nachweise belegt werden kann.
- Persistente Stoffe ["Persistent Organic Pollutants (POPs)"] aus der jeweils aktuellen ICCA Liste⁶ und folgende dürfen nicht aktiv eingesetzt werden.
- Werden krebserzeugende (R 45), erbgutverändernde (R 46) oder reproduktionstoxische Stoffe (R 60, R 61) gemäß der EU-Richtlinie 67/548/EWG zur Herstellung des Bauprodukts verwendet, ist zunächst zu prüfen, ob von ihnen ein Risiko für Boden und Grundwasser

⁵ Unter relevanten Inhaltsstoffen sind solche zu verstehen, die aus dem Bauprodukt in Boden und Grundwasser eingetragen werden können.

⁶ International Council of Chemical Associations (ICCA), siehe Anhang I-B

ausgehen kann. Ist das der Fall, dürfen sie nicht aktiv eingesetzt⁷ werden. Diese Regelungen gelten nicht für Stoffe, deren gefährliche Wirkung ausschließlich über eine inhalative Exposition hervorgerufen wird.

- Werden mineralische Abfälle in Bauprodukten eingesetzt, müssen die grundsätzlichen Anforderungen der LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" erfüllt werden. Die Stoffgehalte im Eluat müssen mindestens die Zuordnungswerte Z 2 der jeweiligen abfallspezifischen Technischen Regeln dieses Regelwerkes einhalten. Für die Stoffgehalte im Feststoff müssen noch bundeseinheitliche Zuordnungswerte als Obergrenze für den Abfalleinsatz in Produkten festgelegt werden, die sicherstellen sollen, dass es gemäß § 5 Abs. 3 KrW-/AbfG zu keiner Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf kommt. Solange diese noch nicht vorliegen, sind sie im Rahmen einer Einzelfallentscheidung festzulegen.

Die Zuordnungswerte für den Abfalleinsatz in Produkten (Feststoff und Eluat) dürfen im unverdünnten und unvermischten Abfall dann überschritten werden, wenn

- die Stoffgehalte im durch den Abfall substituierten, bisher für die Herstellung des Produktes verwendeten Primärrohstoff höher liegen (in diesem Fall entspricht die Obergrenze unter Berücksichtigung des Verschlechterungsverbot des Stoffgehalt des substituierten Primärrohstoffes) oder
- organische Schadstoffe beim Herstellungsprozess des Bauproduktes (z.B. Ziegelherstellung) so weit zerstört werden, dass - bezogen auf den eingesetzten Abfall - mindestens die noch festzulegenden Zuordnungswerte im Feststoff für den Abfalleinsatz in Produkten eingehalten werden.

Erfüllt auch nur ein Inhaltsstoff eines der aufgeführten Ausschlusskriterien, so erfüllt das zu bewertende Bauprodukt die Anforderungen dieser Grundsätze nicht. Die Stufe 2 des Bewertungskonzeptes entfällt.

Werden überwachungsbedürftige Rückstände im Sinne der Anlage XII des Teils 3 der Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 in Bauprodukten eingesetzt, sind die dort festgelegten Anforderungen einzuhalten.

Kommen die aufgeführten Ausschlusskriterien nicht zum Tragen, ist die Stufe 2 des Bewertungskonzeptes durchzuführen. Die Bewertung nach Stufe 2 kann entfallen, wenn es Nachweise über alle Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauproduktes gibt, die belegen, dass bei seinem Einsatz keine Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung und einer Grundwasserverunreinigung besteht. Das Bauprodukt erfüllt dann die Anforderungen dieser Grundsätze.

Dies kann auch zutreffen, wenn bei der Bewertung der Inhaltsstoffe festgestellt wird, dass bereits Bauprodukte gleichartiger Zusammensetzung geprüft und als unbedenklich im Sinne dieser Grundsätze bezüglich ihrer Auswirkungen auf Boden und Grundwasser eingestuft worden sind. In derartigen Fällen ist jedoch zu prüfen, ob der geplante Einsatzfall für dieses Bauprodukt mit den bereits durchgeführten Prüfungen abgedeckt ist. Ist das der Fall, kann ebenfalls auf die Prüfungen der Stufe 2 verzichtet werden, und das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze.

⁷ Aktiver Einsatz ist der gezielte Einsatz von Stoffen zur Erreichung spezifischer Produkteigenschaften. Als nicht "aktiv eingesetzt" sind Stoffe anzusehen, die als Verunreinigung und/oder als Nebenbestandteil im Produkt vorliegen.

3.2 Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts

In diesen Grundsätzen zur Bewertung von Bauprodukten wird gefordert, dass die Geringfügigkeitsschwellen an den Orten der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen nicht überschritten werden und somit dort keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten. Zur Prognose der zu erwartenden Konzentrationen an den Orten der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen müssen praxisnahe Eluate der Bauprodukte hergestellt werden. Das Eluat muss dann

- hinsichtlich allgemeiner Parameter (1. Schritt),
- bezüglich stofflicher Parameter (2. Schritt) sowie
- ggf. hinsichtlich biologischer Parameter (3. Schritt)

untersucht und bewertet werden. Ein direkter Vergleich der in den Elutionsversuchen ermittelten Schadstoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellen ist in der Regel nicht zulässig, da die Konzentrationen im Eluat von der Versuchsdurchführung, z.B. dem Massenverhältnis zwischen dem Versuchsmaterial und dem Elutionswasser oder der Korngröße des Materials abhängig sind. Außerdem ist nicht jedes Elutionsverfahren für jedes Material geeignet. Um festzustellen, ob die Materialien die Anforderungen des Boden- und Grundwasserschutzes einhalten, bedarf es zusätzlich zur Festlegung des Elutionsverfahrens einer fachlich abgesicherten Konvention (Übertragungsfunktion), mit der die Ergebnisse aus den Laborversuchen auf die natürlichen Verhältnisse in der Umwelt übertragen und die Besonderheiten des Materials oder der natürlichen Verhältnisse berücksichtigt werden können. Diese Übertragungsfunktionen werden für zulassungspflichtige Bauprodukte im Teil II dieser Grundsätze festgelegt.

Praxisnahe Eluatherstellung

Es wird davon ausgegangen, dass die Eluate über Laborversuche gewonnen werden. Das Ziel ist es, in möglichst praxisnahen Laborversuchen die Freisetzungsraten für die ökologisch relevanten Stoffe festzustellen. Da jedoch die Simulation der Realität im Labor im Allgemeinen nicht mit vertretbarem Aufwand durchzuführen ist, müssen Elutionsverfahren angewandt werden, mit deren Hilfe die anwendungs- und produktspezifischen Randbedingungen annähernd nachgebildet werden können. Falls im Teil II für das zu untersuchende Bauprodukt bereits ein Elutionsverfahren festgelegt wurde, ist dieses anzuwenden. Ansonsten ist vorzugsweise auf Verfahren, die in Anhang I-C aufgeführt sind, zurückzugreifen.

Aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes sind primär die unter praxis- bzw. anwendungsnahen Bedingungen mobilisierbaren Stoffe maßgebend. In Anwendungsfällen allerdings, bei denen es während des Nutzungszeitraums zu deutlichen Änderungen der Produkteigenschaften oder der Umgebungsbedingungen (z.B. Zutritt von sauren Sickerwässern oder von Lösevermittlern) kommen kann, ist dies bei der Auswahl der Elutionsverfahren zu berücksichtigen. Wenn ein längerfristiges Gefährdungspotenzial durch übliche praxisnahe Elutionsverfahren nicht umfassend bewertet werden kann, kann es zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit im speziellen Fall erforderlich sein, auch die unter ungünstigeren Bedingungen (worst case) mobilisierbaren Stoffmengen zu ermitteln, z.B. Schwermetalle unter sauren Bedingungen ($\text{pH} < 7$) nach dem pH-stat-Verfahren.

Bei der Auswahl der Elutionsverfahren müssen

- die Lage des Bauproduktes zur gesättigten Bodenzone (Grundwasserspiegel) und
- die Durchlässigkeit der Bauprodukte für Wasser

berücksichtigt werden.

Im Folgenden sollen für die in Tabelle I.1 dargestellten Anwendungsfälle die prinzipiell geeigneten Elutionsverfahren aufgezeigt werden. Bei der Auswahl der Elutionsverfahren kommt es darauf an, dass aus den gemessenen Stoffkonzentrationen im Eluat auf die Belastung des Sickerwassers bzw. des Kontaktgrundwassers geschlossen werden kann.

Fall A1:

Bei Bauweisen, die durchsickert bzw. durchströmt werden und über dem Grundwasserspiegel liegen, eignen sich in der Regel Säulenverfahren oder Schütteltests⁸. Hierbei sollten die Untersuchungen mit einem Wasser-/Feststoffverhältnis durchgeführt werden, das den natürlichen Gegebenheiten möglichst weitgehend entspricht. Gegebenenfalls sind die Untersuchungsergebnisse entsprechend umzurechnen.

Fall A2:

Bei wasserundurchlässigen Bauweisen im Grundwasser eignen sich vor allem Säulenverfahren, Schütteltests oder Trogverfahren.

Fall B1:

Für wasserundurchlässige Bauweisen oberhalb des Grundwasserspiegels sind nur Untersuchungen durchzuführen, wenn die Untersuchungen der Stufe 1 und der Anwendungsbereich eine relevante Mobilisierung von Inhaltsstoffen erwarten lässt.

Fall B2:

Für wasserundurchlässige Bauweisen wie z.B. Betonfundamente im Grundwasser eignen sich je nach Produkt verschiedene Arten von Trogversuchen (Standtests) zur Erfassung der eluierbaren Anteile.

Im Versuch werden für die einzelnen Stoffe Freisetzungsraten (Stoffmenge/(Fläche x Zeit)) ermittelt. Über Modellbetrachtungen (Kombination von Diffusionsmodell und Transportmodell) werden für bestimmte Randbedingungen (Szenarien) die im Kontaktgrundwasser zu erwartenden Stoffkonzentrationen ermittelt. Für den Vergleich der Konzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellen müssen die Strömungsgeschwindigkeit in der Kontaktwasser-Grenzschicht sowie der Zeitpunkt und der Abstand vom Bauteil festgelegt werden.

Nach Festlegung der Randbedingungen (Konventionen) können aus den Ergebnissen der Modellrechnungen zulässige Freisetzungsraten für den Versuch festgelegt werden (freigesetzte Stoffmenge während der gesamten Versuchsdauer). Unterschreiten die im Versuch ermittelten Freisetzungsraten die zulässigen Werte, so ist die Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen sichergestellt (s. Teil II).

3.2.1 Stufe 2, 1. Schritt: Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter

Zur allgemeinen Charakterisierung des Eluats müssen die folgenden Parameter gemessen bzw. beschrieben werden:

- pH-Wert
- elektrische Leitfähigkeit
- Geruch
- Färbung, Trübung
- Neigung zur Schaumbildung

Die Ergebnisse sind zu bewerten. Dabei sind u.U. Folgereaktionen zu berücksichtigen wie z.B. die Mobilisierung von im Boden vorhandenen Huminstoffen bei pH-Werten im alkalischen Bereich sowie die damit verbundenen Sekundäreffekte wie Ionentransport. In solchen Fällen sind weitere Untersuchungen durchzuführen.

Bewertung der allgemeinen Parameter

Für den pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit werden in Teil II bauproduktspezifische Grenzwerte festgelegt. Abweichungen können toleriert werden, wenn belegt wird, dass diese Unter- bzw.

⁸ Werden in wasserundurchlässigen Bauweisen Bauprodukte eingesetzt, die ausschließlich aus mineralischen Abfällen bestehen, sind diese nach den Vorgaben der LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" zu untersuchen und zu bewerten. Bei Bauprodukten, die aus Gemischen von mineralischen Abfällen und Primärrohstoffen hergestellt und in dieser Bauweise eingesetzt werden, gilt dieses entsprechend für die mineralischen Abfälle. Eine Untersuchung und Bewertung der Schädlichkeit der Abfallverwertung gemäß § 5 Abs. 3 KrW-/AbfG auf der Grundlage des Gemisches aus mineralischen Abfällen und Primärrohstoffen ist nicht zulässig.

Teil I – Allgemeines Bewertungskonzept

Überschreitungen nur in einem zeitlich begrenzten Umfang auftreten (z.B. kurzfristig nach dem Einbringen des Produktes).

Auch die Beeinträchtigung durch sensorische Eigenschaften, z.B. Geruchsbelästigung oder Schaumbildung, darf nur in einem zeitlich begrenzten Umfang auftreten.

Falls die Grenzwerte längerfristig unter- bzw. überschritten werden und die übrigen Eigenschaften des Eluats längerfristig beeinträchtigt werden, erfüllt das Produkt nicht die Anforderungen dieser Grundsätze.

3.2.2 Stufe 2, 2. Schritt: Ermittlung und Bewertung der stofflichen Parameter

Auf der Basis der Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung des zu bewertenden Bauproduktes (siehe Abschnitt 3.1) werden die zu messenden Parameter festgelegt und das gewonnene Eluat auf diese untersucht.

Die Bestimmung der Einzelstoffgehalte und der Summenparameter muss nach normierten Analyseverfahren erfolgen, die im Prüfplan festgelegt werden.

Bewertung der stofflichen Parameter

Die zu bewertenden stofflichen Parameter, d.h. die entsprechenden Messergebnisse werden über die praxisnah hergestellten Eluate gewonnen. Die in diesen Eluaten gemessenen Stoffgehalte (Einzelstoffe bzw. Summenparameter) werden unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion mit Hilfe der Maßstäbe für die Geringfügigkeit (siehe Abs. 2.1) bewertet.

Vorausgesetzt, dass die Bewertung der allgemeinen Parameter nicht zum Ausschluss des Produktes führt, erfüllt das zu bewertende Bauprodukt die Anforderungen dieser Grundsätze bereits nach dem 2. Schritt der Bewertungsstufe 2, also unter Verzicht auf biologische Untersuchungen, wenn die folgenden Kriterien für das Eluat erfüllt sind:

- für alle zu erfassenden Stoffe existieren Geringfügigkeitsschwellen (siehe Anhang I-D) und diese werden alle unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion eingehalten oder
- für alle zu erfassenden Stoffe, für die keine Geringfügigkeitsschwellen existieren, gibt es Nachweise, dass sie in den im Eluat vorliegenden Konzentrationen zu keinen relevanten ökotoxikologischen Wirkungen führen und bei organischen Stoffen kann der Summenparameter TOC aus ökotoxikologischer Sicht als unbedenklich bewertet werden.

Liegen nicht für alle zu erfassenden Stoffe Geringfügigkeitsschwellen vor und ist die Geringfügigkeit der ökotoxikologischen Wirkungen nicht belegt oder können Stoffe nur über den Summenparameter TOC erfasst werden, so muss durch biologische Tests gemäß Abschnitt 3.2.3 belegt werden, dass keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten.

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze nicht, wenn

- eine oder mehrere Geringfügigkeitsschwellen unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion überschritten werden oder
- der Summenparameter TOC nicht als unbedenklich eingestuft werden kann.

3.2.3 Stufe 2, 3. Schritt: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter

Wenn in den vorhergehenden Untersuchungen die ökologische Unbedenklichkeit nicht nachgewiesen werden konnte, werden mittels biologischer Testverfahren das biologische Abbauverhalten und die ökotoxikologischen Auswirkungen der mobilisierbaren Inhaltsstoffe auf Boden und Grundwasser untersucht. Die aquatischen Testverfahren werden auf die Eluate des Bauprodukts angewandt. Diese sind entsprechend der jeweiligen Testnorm einzustellen. Die Festlegung der terrestrischen Testmethoden erfolgt bauproduktspezifisch im Teil II dieser Grundsätze.

Die ausgewählten Tests sind repräsentativ für die verschiedenen Ernährungsstufen im aquatischen Milieu und repräsentativ für das terrestrische Milieu.

In Abbildung I.2 wird der Ablauf der biologischen Tests (ohne terrestrische Tests) dargestellt. Die Bewertungsmaßstäbe - Festlegung der Geringfügigkeit von ökotoxikologischen Wirkungen - werden in der darauffolgenden Beschreibung der Tests im Text erläutert.

Parallel zu den aquatischen Tests mit Hilfe von Eluaten sind eventuelle Auswirkungen von wasser-durchlässigen oder im Boden aushärtenden Bauprodukten, die oberhalb des Grundwasserspiegels eingesetzt werden, durch terrestrische Tests zu ermitteln. Die Testabfolge wird ein Screening mit ggf. anschließenden Tests sein, sofern weiterer Klärungsbedarf besteht.

Hierbei ist zu beachten, dass der Einbau eines Bauproduktes vor allem nicht zur Beeinträchtigung der Lebensraumfunktion des Bodens führen darf. Man geht davon aus, dass dazu Bodenschichten bis zu 3,5 m Tiefe zu betrachten sind. Bei Bauprodukten, die ausschließlich in tieferen Schichten eingebaut werden, wird aus Sicht des Bodenschutzes kein Untersuchungsbedarf zu biologischen Parametern gesehen.

Beschreibung der Testmethoden und Bewertungsmaßstäbe

– Leuchtbakterien-Lumineszenz-Hemmtest / Leuchtbakterien-Zellvermehrungs-Hemmtest

Die Leuchtbakterien-Lumineszenzhemmung wird nach DIN EN ISO 11348-1 bis DIN EN ISO 11348-3 bestimmt. Nach der DIN-Vorschrift wird von einer nicht akut toxischen Wirkung ausgegangen, wenn die Hemmwirkungen unter 20 % liegen. Die für eine unter 20 %ige Hemmung notwendige Verdünnungsstufe des Originaleluats (Verdünnungsstufe G_L für die Lumineszenz) wird ermittelt. Der Leuchtbakterien-Zellvermehrungs-Hemmtest nach DIN 38412-37 kann in Zweifelsfällen ergänzend durchgeführt werden.

Bewertung: Bei dem Leuchtbakterien-Lumineszenzhemmtest soll das Eluat des Bauproduktes die maximal zulässige Hemmung von weniger als 20 % bis zur Verdünnungsstufe 8 ($G_L \leq 8$) erreicht haben. Falls die Verdünnungsstufe $G_L > 8$ ist, kann der Zellvermehrungshemmtest nach DIN 38412-37 zusätzlich durchgeführt werden. Wenn die für eine 20 %ige Hemmung notwendige Verdünnungsstufe G_{LW} für das Wachstum ≤ 2 beträgt, gilt der Test als insgesamt bestanden.

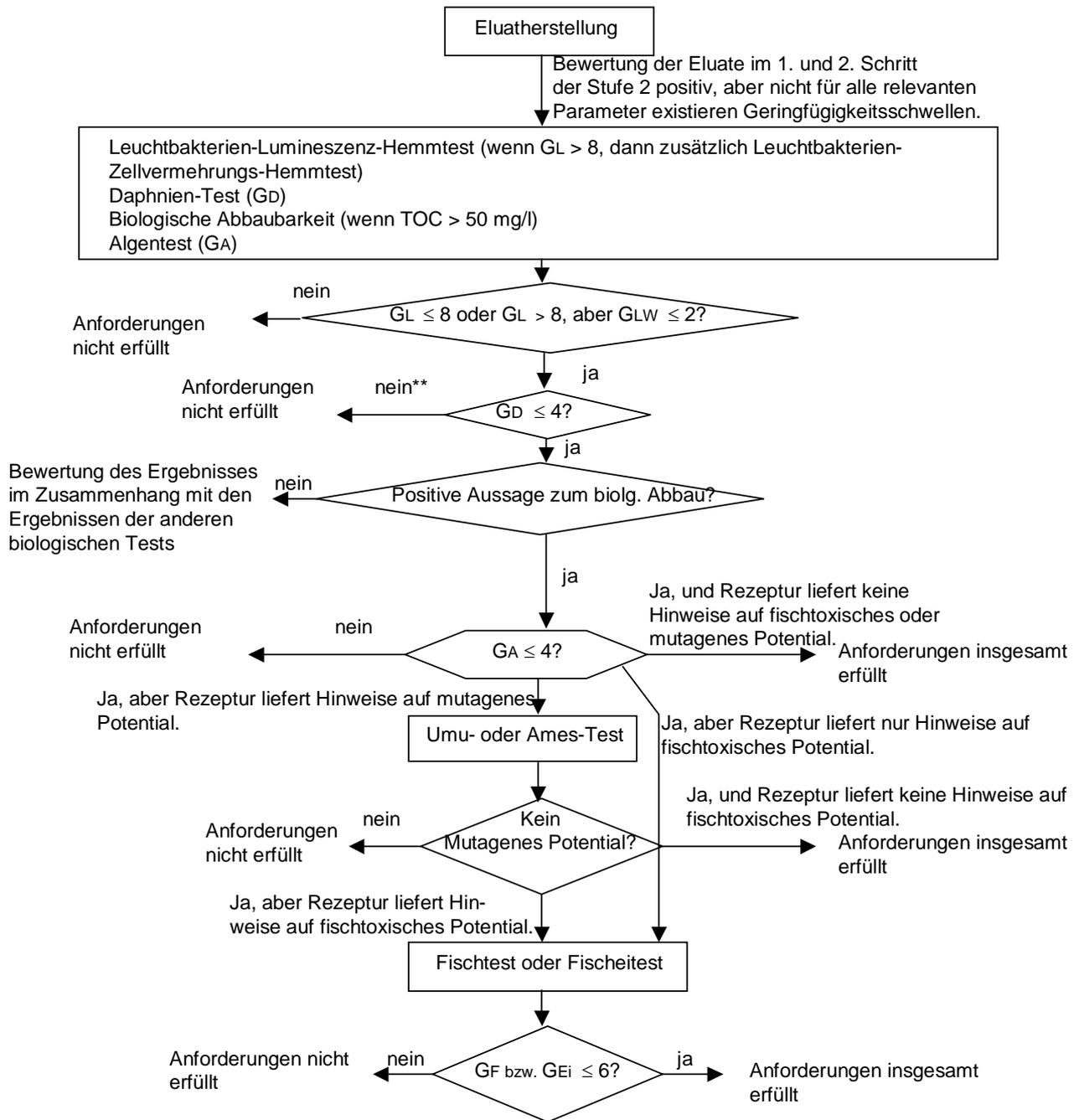
– Daphnien-Test

Die Bestimmung der nicht akut giftigen Wirkung für Daphnien erfolgt nach DIN 38412-30 (bzw. ISO 6341). Als Qualitätsstandard ist ISO EN 17025 heranzuziehen. Nach der DIN-Vorschrift wird von einer nicht akut toxischen Wirkung ausgegangen, wenn von zehn Daphnien höchstens eine schwimmunfähig ist. Die dafür notwendige Verdünnung des Originaleluats (sog. Verdünnungsstufe G_D) wird ermittelt. Bei den Ergebnissen muss eine Dosis-Wirkungsbeziehung erkennbar sein. Dazu muss bis zur Verdünnungsstufe 16 getestet werden. Die Auswertung der Tests soll nach 24 h und 48 h erfolgen. Bewertet werden die nach 48 h ermittelten Ergebnisse. Wenn keine Immobilisierung bzw. eine hundertprozentige Immobilisierung auftritt, entscheiden die Kontrollversuche über die Gültigkeit der Ergebnisse.

Bewertung: Bei diesem Test soll das Eluat des Bauproduktes die unkritische Zahl der schwimmunfähigen Daphnien bis zur Verdünnungsstufe 4 ($G_D = 4$) oder bereits bei geringeren Verdünnungsstufen erreicht haben.

Für Bauprodukte, die erst nachträglich im Boden und Grundwasser aushärten, gilt hiervon abweichend für das Eluat der TOC-Maximumphase $G_D \leq 8$.

Stufe 2, 3. Schritt: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter* (ohne terrestrische Tests)



* Für Bauprodukte, die nachträglich in Boden und Grundwasser aushärten, gelten für die Verdünnungsstufen abweichende Regelungen.

** Wenn GD > 4 auftritt, aber keine Dosis-Wirkungs-Beziehung zu erkennen ist, gilt das Ergebnis des Daphnientests nicht als alleiniges Ausschlusskriterium.

Abbildung I.2: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter (ohne terrestrische Tests)

– Algen-Test

Die Algentoxizität wird nach DIN 38412-33 bestimmt. Gemäß der DIN-Vorschrift wird eine Hemmung der Zellvermehrung von Grünalgen von 20 % und mehr als akut toxische Wirkung eingestuft. Die für eine unter 20 %ige Hemmung notwendige Verdünnungsstufe des Originaleluats (Verdünnungsstufe G_A) wird bestimmt.

Bewertung: Bei diesem Test soll das Eluat des Bauproduktes die maximal zulässige Hemmung von weniger als 20 % bis zur Verdünnungsstufe 4 ($G_A = 4$) oder bereits bei geringeren Verdünnungen erreicht haben.

Für Bauprodukte, die erst nachträglich im Boden und Grundwasser aushärten, gilt hiervon abweichend für das Eluat der TOC-Maximumphase $G_A \leq 8$. Höhere G_A -Werte werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse des biologischen Abbaus bewertet und sind kein alleiniges Ausschlusskriterium.

– Fisch-Test bzw. Fischeitest

Die Bestimmung der Fischtoxizität wird nach DIN 38412-31 mit 3 Goldorfen durchgeführt. Nach der DIN-Vorschrift wird von einer nicht akut toxischen Wirkung ausgegangen, wenn alle Fische überleben. Alternativ dazu kann der Fischeitest nach DIN 38415-6 durchgeführt werden.

Bewertung: Bei diesem Test sollen ab Verdünnungsstufe 6 ($G_F = G_{EI} \leq 6$) des Originaleluats des Bauproduktes alle Fische überleben bzw. keine Schädigungen der Fischeier/Fischembryonen auftreten.

– umu-Test bzw. Ames-Test

Der umu-Test ist nach DIN 38415-3 bzw. der Ames-Test nach DIN 38415-4 durchzuführen.

Bewertung: Bei diesen Tests soll das Eluat kein mutagenes Potential aufweisen.

– Biologische Abbaubarkeit der organischen Inhaltsstoffe

Die biologische Abbaubarkeit der organischen Inhaltsstoffe in den Eluaten ist vorzugsweise mit standardisierten allgemein anerkannten Testmethoden (ISO/OECD) zu belegen, z.B.

- OECD 301 B Ready Biogradability: CO₂ Evolution Test alternativ dazu
ISO 14852 Plastics-Determination of the ultimate aerobic biogradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by analyses of evolved carbon dioxide

sowie

- OECD 301 F Ready Biogradability: Manometric Respirometry Test alternativ dazu
ISO 14851 Plastics-Determination of the ultimate aerobic biogradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer.

Bewertung: Die biologische Abbaubarkeit gilt als nachgewiesen, wenn die Verhältnisse von BSB/ThSB oder CO₂/ThCO₂ größer 70 % sind.

Negative Ergebnisse der biologischen Abbaubarkeit werden im Zusammenhang mit den Ergebnissen der anderen biologischen Tests bewertet und sind kein alleiniges Ausschlusskriterium.

Teil I – Allgemeines Bewertungskonzept

In Anlehnung an das Fachmodul Boden und Altlasten⁹ (Stand: 20. Oktober 2000) sind folgende Verfahren für die Bewertung von Bauprodukten auf das terrestrische Milieu geeignet:

- Bestimmung der potentiellen Nitrifizierung an zwei Böden¹⁰
- Bodenbeschaffenheit-Bestimmung der potentiellen Nitrifizierung – Schnellverfahren mittels Ammoniumoxidation (DIN ISO 15685)

In Zweifelsfällen kann ein weiterer Test in Abstimmung mit dem DIBt festgelegt werden.

Da zurzeit noch keine hinreichenden Erfahrungen bezüglich terrestrischer Tests von Bauprodukten vorliegen, werden die für ein bestimmtes Bauprodukt vorzunehmenden Tests sowie der entsprechende Prüfablauf im Teil II dieser Grundsätze festgelegt.

Bewertung der biologischen Parameter

Wenn ein oder mehrere Tests den Bewertungskriterien nicht entsprechen, erfüllt das Bauprodukt nicht die Anforderungen dieser Grundsätze.

4 Gesamtbewertung

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens sind die auf der Grundlage dieser Grundsätze erhaltenen Ergebnisse derart zu berücksichtigen, dass bei Nichterfüllen der Anforderungen dieser Grundsätze der entsprechende Bescheid verweigert wird. Werden die Anforderungen erfüllt, ist davon auszugehen, dass das bewertete Bauprodukt im betrachteten Anwendungsfall keinen Anlass zur Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung oder zu der einer Grundwasserverunreinigung gibt. Sofern Abfälle eingesetzt werden, werden dann auch die Anforderungen an die schadlose Abfallverwertung erfüllt.

In den vorangehenden Bewertungen der Stufen 1 und 2 wurde jeweils aufgezeigt, wie die einzelnen Kriterien bewertet werden. Im Folgenden wird die Gesamtbewertung (s. auch Ablaufschema in Abbildung I.3) erläutert.

Bewertung nach Stufe 1

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz ohne weitere Prüfungen der Stufe 2, wenn

- keines der Ausschlusskriterien zum Tragen kommt und
- es von allen Inhaltsstoffen Nachweise über deren Unbedenklichkeit gegenüber Boden und Grundwasser gibt oder
- ein Bauprodukt gleichartiger Zusammensetzung und bei vergleichbarer Anwendung bereits auf der Grundlage dieser Grundsätze als unbedenklich bezüglich Boden und Grundwasser eingestuft ist.

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz nicht, wenn

- bei der Bewertung aller Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauproduktes eines der Ausschlusskriterien zum Tragen kommt.

Die Bauprodukte, bei denen kein Ausschlusskriterium zum Tragen kommt und die nicht bereits auf der Basis der Inhaltsstoffe als unbedenklich bezüglich Boden und Grundwasser bewertet werden können, müssen die Prüfungen der Stufe 2 durchlaufen.

⁹ Laut UMK Beschluss vom 20.11.1998 haben die Länderarbeitsgemeinschaften entsprechend der Verwaltungsvereinbarung über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich Fachmodule u.a. für den Bereich Boden- und Altlasten zu erarbeiten.

¹⁰ Mit der Maßgabe, dass zu einem späteren Zeitpunkt und nach Vorliegen ausreichender praktischer Erfahrung der Prüfumfang auf einen Standardboden reduziert werden kann.

Bewertung nach Stufe 2, 1. und 2. Schritt

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz ohne weitere Prüfungen des 3. Schritts (Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter), wenn

- die Anforderungen der Stufe 1 erfüllt sind,
- die allgemeinen Parameter nicht Anlass zur Besorgnis einer Grundwasserverunreinigung geben und die Geringfügigkeitsschwellen unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion nicht überschritten werden und Nachweise vorliegen, dass die nicht über Geringfügigkeitsschwellen erfassten eluierten Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts aus ökotoxikologischer Sicht als geringfügig wirksam eingestuft werden können.

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz nicht, wenn

- die Ergebnisse der Messungen/Beschreibungen der allgemeinen Parameter zu erheblichen Veränderungen in der Grundwasserqualität führen und/oder
- die eluierten Inhaltsstoffe unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion nicht als geringfügig wirksam eingestuft werden können.

Bauprodukte, die die Anforderungen der Stufe 1 und des 1. und 2. Schrittes der Stufe 2 erfüllen, für die aber die Nachweise fehlen, dass die nicht über Geringfügigkeitsschwellen erfassten eluierten Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts aus ökotoxikologischer Sicht als geringfügig wirksam eingestuft werden können, müssen die Prüfungen der Stufe 2, 3. Schritt (siehe 3.2.3) durchlaufen.

Bewertung nach Stufe 2, 3. Schritt

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz, wenn

- die Anforderungen der Stufe 1 erfüllt sind,
- die allgemeinen Parameter nicht Anlass zur Besorgnis einer Grundwasserverunreinigung geben und die Geringfügigkeitsschwellen unter Berücksichtigung der Übertragungsfunktion nicht überschritten werden sowie die Prüfungen der biologischen Parameter keine negativen Auswirkungen auf Boden und Grundwasser erkennen lassen.

Das Bauprodukt erfüllt die Anforderungen dieser Grundsätze hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz nicht, wenn

- sich bei mindestens einem der durchgeführten biologischen Tests die Besorgnis negativer Auswirkungen auf Boden und Grundwasser nachweisen lassen. Dies ist dann der Fall, wenn bei der maximal zulässigen Verdünnung noch eine toxische Wirkung auftritt und der biologische Abbau nicht die Anforderungen erfüllt und/oder falls untersucht, das Eluat ein mutagenes Potential hat.

Ergänzungen und Abweichungen

Lassen sich die Ergebnisse der Prüfungen nicht eindeutig bewerten, so sind zusätzliche Prüfungen erforderlich.

Sind besondere Anwendungen des Bauprodukts vorgesehen, die nicht über die üblicherweise geforderten Prüfungen erfasst werden, können Einzelnachweise erforderlich werden.

Zur Bewertung der ermittelten Konzentrationen von relevanten mobilisierbaren Inhaltsstoffen und ihren ökologischen Wirkungen können bei Stoffen, die nicht in der in Anhang I-D zitierten Veröffentlichung aufgeführt sind, gegebenenfalls auch andere wissenschaftlich anerkannte Richtwerte und Methoden herangezogen werden. In derartigen Fällen ist vom zuständigen Sachverständigenausschuss im Einvernehmen mit den Länderarbeitsgemeinschaften Wasser und Boden eine Entscheidung zu treffen, ob und unter welchen Bedingungen eine Besorgnis der Gefährdung des Bodens und des Grundwassers ausgeschlossen werden kann.

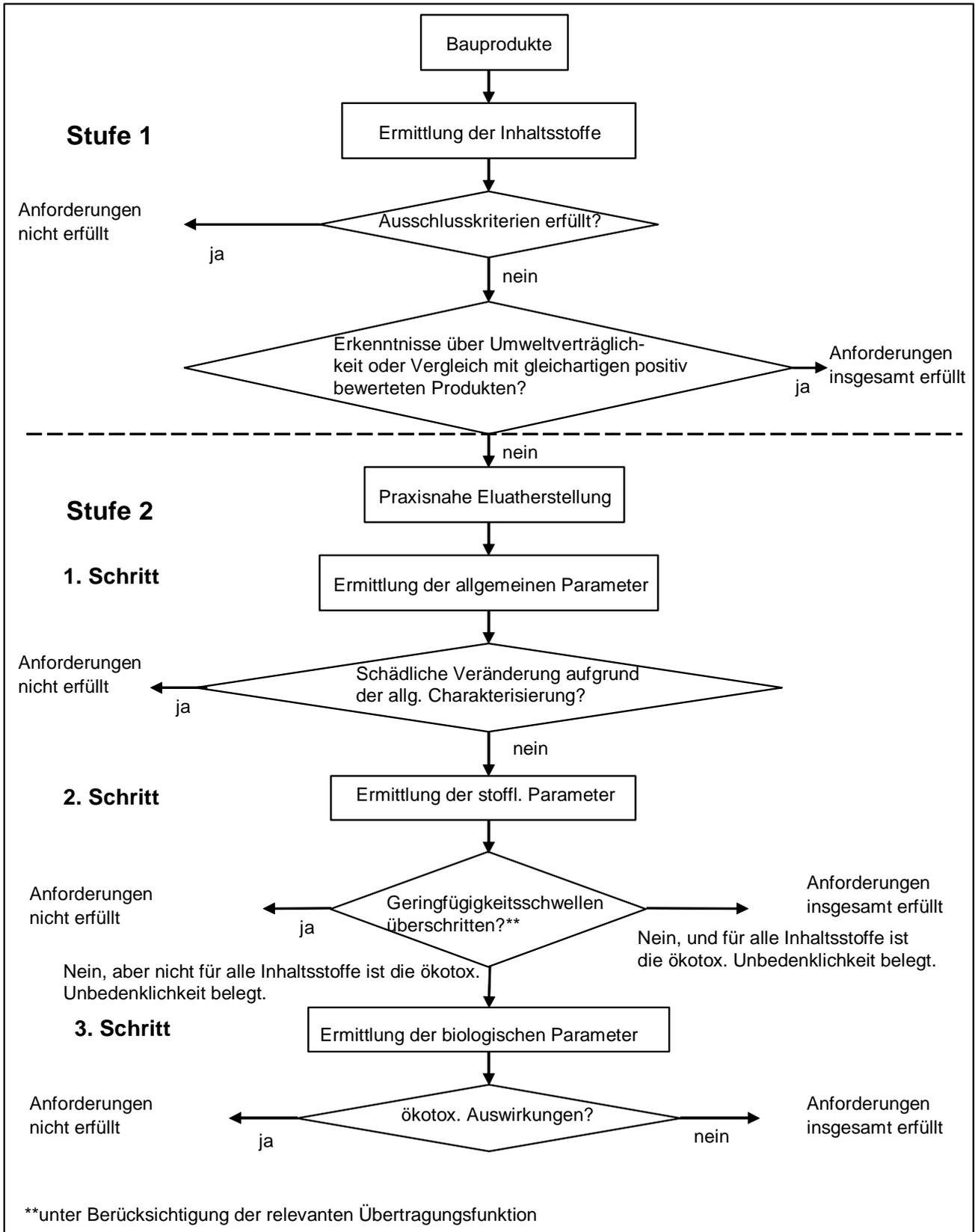


Abbildung I.3: Ablaufschema zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich Boden- und Grundwasserschutz

1 Erläuterungen zu den berührten Rechtsbereichen

Eine Reihe von Fachgesetzen und hieraus abgeleiteten Verordnungen und Richtlinien berühren (wenn auch meist nur in indirekter Form) die Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. Die wesentlichen Regelungen aus den Fachgebieten werden im Folgenden dargestellt.

2 Baurecht

Durch das Baurecht werden Anforderungen an Bauprodukte hinsichtlich Umwelt- und Gesundheitsschutz formuliert. In den national geltenden Landesbauordnungen bzw. der ihnen zugrundeliegenden Musterbauordnung (MBO 2002) heißt es in § 3 Abs. 1: "Bauliche Anlagen ... sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und in Stand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden." Weiter heißt es in § 13 der MBO: "Bauliche Anlagen ... müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen." Bauprodukte, die in solchen Bauwerken eingesetzt werden sollen, haben zur Realisierung der oben erwähnten Schutzziele bestimmte Anforderungen zu erfüllen. In § 3 Abs. 2 der MBO heißt es hierzu: "Bauprodukte dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen ... die Anforderungen dieses Gesetzes ... erfüllen und gebrauchstauglich sind."

Auf europäischer Ebene wurde die Bauproduktenrichtlinie (BPR) verabschiedet und durch das deutsche Bauproduktengesetz (BauPG) in nationales Recht umgesetzt. Hierin wird ausdrücklich auf den Umwelt- und Gesundheitsschutz hingewiesen. Nach § 4 Abs. 1 BauPG darf ein Bauprodukt "nur in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden, wenn es brauchbar nach § 5 ... ist". Brauchbarkeit wird in § 5 Abs. 1 BauPG wie folgt definiert: "Ein Bauprodukt ist brauchbar, wenn es ... die wesentlichen Anforderungen der mechanischen Festigkeit und Standsicherheit, des Brandschutzes, der Hygiene, Gesundheit und des Umweltschutzes, der Nutzungssicherheit, des Schallschutzes sowie der Energieeinsparung und des Wärmeschutzes erfüllt."

Die dort genannten wesentlichen Anforderungen wurden in Grundlegendokumenten zur Bauproduktenrichtlinie konkretisiert. Im Grundlegendokument "Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz" wird ausgeführt, dass Bauwerke derart entworfen und ausgeführt sein müssen, dass die Hygiene und die Gesundheit der Bewohner und der Anwohner insbesondere durch folgende Einwirkungen nicht gefährdet werden dürfen:

- Freisetzung giftiger Gase
- Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft
- Emission gefährlicher Strahlen
- Wasser- oder Bodenverunreinigung oder -vergiftung
- unsachgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch und festem oder flüssigem Abfall
- Feuchtigkeitsansammlung in Bauteilen und auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen

Diese Schutzziele sind in den bauaufsichtlichen Brauchbarkeitsnachweisen zu verfolgen. Hinsichtlich der Grundwasser- und Bodenverunreinigung werden die Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie konkretisiert. Werden diese Anforderungen erfüllt, ist davon auszugehen, dass das zu bewertende Bauprodukt im betrachteten Anwendungsfall keine Boden- und Grundwassergefährdung zur Folge hat.

3 Wasserrecht

Der Grundsatz des § 1a Abs. 2 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) verpflichtet jedermann, 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.

Sofern bei einer Baumaßnahme Stoffe in das Grundwasser eingeleitet werden sollen, z.B. bei Injektionen im Rahmen einer Wasserhaltung, stellt dies eine Benutzung nach § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG dar, die nach § 2 Abs. 1 WHG einer Erlaubnis nach § 7 WHG bedarf. Diese darf nach § 34 Abs. 1 WHG nur erteilt werden, wenn eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist.

Der Tatbestand der Einleitung ist in der Regel nicht erfüllt, wenn bei der Verwendung von Bauprodukten Stoffe z.B. durch Auslaugung in das Grundwasser gelangen, weil eine Einleitung aktives und gezieltes Handeln voraussetzt. Ist der Einsatz von Bauprodukten oder eine Baumaßnahme aber geeignet, dauernd oder in einem nicht unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen, so handelt es sich nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG um eine sonstige Benutzung, die nach § 2 Abs. 1 WHG ebenfalls einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 7 WHG bedarf.

Die vorliegenden Grundsätze bilden eine umfassende Bewertungsgrundlage für den Einsatz von Bauprodukten und anderen Baustoffen im Hinblick auf die Gefährdung von Boden und Grundwasser. Der bestimmungsgemäße und sachgerechte Einsatz von Bauprodukten, die nach den Anforderungen dieser Grundsätze zugelassen sind, und Baustoffen, die die Anforderungen dieser Grundsätze erfüllen, führt in der Regel nicht zu einer schädlichen Veränderung des Wassers. Deshalb liegt in diesem Fall keine Benutzung nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG vor.

4 Bodenschutzrecht

Die Belange des Bodenschutzes werden durch das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) geregelt. Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässer- und Grundwasser-Verunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte soweit wie möglich vermieden werden.

Nach § 2 Abs. 2 BBodSchG erfüllt der Boden im Sinne des Gesetzes

1. natürliche Funktionen als
 - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
 - b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
 - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, vor allem auch zum Schutz des Grundwassers,
2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie
3. Nutzungsfunktionen als
 - a) Rohstofflagerstätte,
 - b) Fläche für Siedlung und Erholung,
 - c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
 - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Ein wichtiger Grundsatz des BBodSchG ist die Vorsorgepflicht. Nach § 7 BBodSchG sind "der Grundstückseigentümer, der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück und derjenige, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, die zu Veränderungen der Bodenbeschaffenheit führen können, verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen, die durch ihre Nutzung auf dem Grundstück oder in dessen Einwirkungsbereich hervorgerufen werden können. Vorsorgemaßnahmen sind geboten, wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Zur Erfüllung der Vorsorgepflicht sind Bodeneinwirkungen zu vermeiden oder zu vermindern, soweit dies auch im Hinblick auf den Zweck der Nutzung des Grundstücks verhältnismäßig ist."

Bezüglich des Auf- und Einbringens von Materialien auf oder in den Boden wird die Bundesregierung nach § 6 ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates zur Erfüllung der sich aus diesem Gesetz ergebenden Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien unter anderem hinsichtlich der Schadstoffgehalte, insbesondere

1. Verbote oder Beschränkungen nach Maßgabe von Merkmalen wie Art und Beschaffenheit der Materialien und des Bodens, Aufbringungsort und -zeit und natürliche Standortverhältnisse sowie
2. Untersuchungen der Materialien oder des Bodens, Maßnahmen zur Vorbehandlung dieser Materialien oder geeignete andere Maßnahmen

zu bestimmen.

Diese Verordnungsermächtigung ist gemeinsam mit den Ermächtigungen zur Festlegung von Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerten sowie Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung umgesetzt.

Die Anforderungen dieser Grundsätze wurden so festgelegt, dass bei Einhaltung der Anforderungen die Vorsorgepflichten gemäß § 7 BBodSchG erfüllt sind.

5 Abfallrecht

Nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft (§ 4 KrW-/AbfG) sind Abfälle

- in erster Linie zu vermeiden und
- in zweiter Linie stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen (energetische Verwertung).

Bei der stofflichen Verwertung werden gemäß der Definition des § 4 Abs. 3 KrW-/AbfG verschiedene Formen unterschieden:

- die Substitution von Rohstoffen durch das Gewinnen von Stoffen aus Abfällen (sekundäre Rohstoffe), z.B. die Herstellung von REA-Gips aus Rauchgasreinigungsrückständen zur Substitution von Naturgips;
- die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle
 - für den ursprünglichen Zweck, z.B. die Aufbereitung von Ausbauasphalt in Asphaltmischanlagen für den Einsatz im Straßenbau,
 - für andere Zwecke mit Ausnahme der unmittelbaren Energierückgewinnung, z.B. der Einsatz von Schmelzkammergranulat aus Steinkohlekraftwerken als Zuschlag für Bauprodukte.

Die Verwertung von Abfällen, insbesondere durch ihre Einbindung in Erzeugnisse hat ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen (§ 5 Abs. 3 KrW-/AbfG). Sie erfolgt ordnungsgemäß, wenn sie im Einklang mit den Vorschriften des KrW-/AbfG und anderen öffentlich rechtlichen Vorschriften steht. Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt und die Anforderungen des Bodenschutz- und Wasserrechts erfüllt werden.

§ 5 Abs. 3 KrW-/AbfG legt somit die Pflicht zur schadlosen Abfallverwertung fest, die nicht nur für den Abfallerzeuger, sondern auch für denjenigen maßgebend ist, der den Abfall verwertet. Diese Pflichten können durch Verordnungen nach § 7 KrW-/AbfG konkretisiert werden. Solange diese Verordnungen nicht vorliegen, werden die Anforderungen an die Schadlosigkeit bei der Verwertung von mineralischen Abfällen durch die Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

(LAGA) "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" konkretisiert.

Für den Einsatz von mineralischen Abfällen als Bauprodukt bzw. in Bauprodukten bedeutet dies, dass die Verwertung nur dann als schadlos anzusehen ist und keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf stattfindet, wenn der unverdünnte Abfall die in der LAGA-Mitteilung 20 festgelegten Zuordnungswerte einhält. Eine Untersuchung des Produktes z.B. nach der Zugabe von Primärrohstoffen ist aufgrund des Abfallrechts grundsätzlich nicht erforderlich.

Für mineralische Abfälle, die z.B. als Ersatz für Kies oder Mineralstoffe im Bauwesen eingesetzt werden, gilt die LAGA-Mitteilung 20 einschließlich der dort beschriebenen Einbaukriterien unmittelbar.

- Mineralische Abfälle, die in Bauprodukten¹¹, z.B. als Ziegelrohstoff oder als Zuschlagstoff in Beton eingesetzt werden sollen, erfüllen die Anforderungen an die schadlose Verwertung, wenn die Stoffgehalte im Eluat mindestens die Zuordnungswerte Z 2 der jeweiligen abfallspezifischen Technischen Regeln und die Stoffgehalte im Feststoff mindestens die Obergrenzen für den Abfalleinsatz in Produkten¹² einhalten. Diese Obergrenzen stellen sicher, dass es gemäß § 5 Abs. 3 KrW-/AbfG zu keiner Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf kommt. Allerdings dürfen diese Zuordnungswerte im Eluat und im Feststoff im unverdünnten und unvermischten Abfall dann überschritten werden, wenn
 - die Stoffgehalte im durch den Abfall substituierten, bisher für die Herstellung des Produktes verwendeten Primärrohstoff höher liegen (in diesem Fall entspricht die Obergrenze unter Berücksichtigung des Verschlechterungsverbot des Stoffgehalt des substituierten Primärrohstoffes) oder
 - organische Schadstoffe beim Herstellungsprozess des Bauproduktes (z.B. Ziegelherstellung) so weit zerstört werden, dass - bezogen auf den eingesetzten Abfall - mindestens die noch festzulegenden Zuordnungswerte im Feststoff für den Abfalleinsatz in Produkten eingehalten werden.

Diese Grundsätze berücksichtigen die Anforderungen der Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln".

Wenn die in diesen Grundsätzen vorgegebenen Anforderungen eingehalten werden, sind die Voraussetzungen des § 5 Abs. 3 KrW-/AbfG für eine schadlose Abfallverwertung erfüllt.

6 Immissionsschutzrecht

Die wesentlichen Ziele des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) werden in § 1 BImSchG programmatisch dargestellt. Sie fließen unmittelbar in die Grundpflichten ein, die die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen zu beachten haben und die in § 5 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 BImSchG aufgezählt werden. Für die Abfallverwertung ist insbesondere § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG von Bedeutung:

¹¹ Anmerkung:

Gemäß § 22 KrW-/AbfG trägt derjenige, der Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- und verarbeitet oder vertreibt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung. Zur Erfüllung der Produktverantwortung sind Erzeugnisse u.a. möglichst so zu gestalten, dass die umweltverträgliche Verwertung der nach deren Gebrauch entstandenen Abfälle sichergestellt ist. Auch wenn konkrete Anforderungen nur auf der Grundlage entsprechender Rechtsverordnungen festgelegt werden können, sollten mineralische Bauprodukte grundsätzlich mindestens die Orientierungswerte für die Bewertung von schadstoffbelasteten Gebäuden, Bauteilen oder Bauschutt vor der Aufbereitung der "Technischen Regeln für die Verwertung von Bauschutt" der LAGA-Mitteilung 20 einhalten, damit sie nach ihrer Nutzung aufbereitet und als Recyclingbaustoff verwendet werden können. Die entsprechende Untersuchung ist nicht Bestandteil des Zulassungsverfahrens.

¹² Die LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln" enthält derzeit keine Zuordnungswerte für den Abfalleinsatz in Produkten. Diese müssen noch bundeseinheitlich festgelegt werden.

"Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass ... Abfälle vermieden werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet, oder ..."

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch § 9 KrW-/AbfG. Danach richten sich zwar die aus dem BImSchG resultierenden Pflichten der Betreiber von genehmigungs- und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, diese so zu errichten und zu betreiben, dass Abfälle vermieden, verwertet oder beseitigt werden, nach dem BImSchG. Stoffbezogene Anforderungen an die Art und Weise der Verwertung und Beseitigung von Abfällen nach dem KrW-/AbfG bleiben hiervon jedoch unberührt.

Das bedeutet für den Einsatz von Abfällen aus genehmigungs- und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen als Bauprodukt bzw. in Bauprodukten, dass auch für diese Abfälle die im Abschnitt 5 beschriebenen Anforderungen gelten.

7 Strahlenschutzrecht

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) regelt im Kapitel 3 des Teiles 3 den Schutz der Bevölkerung bei natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen. Dort sind Vorschriften über Rückstände formuliert, die natürliche Radionuklide mit erhöhten spezifischen Aktivitäten enthalten können und die bei ihrer Beseitigung oder Verwertung, zum Beispiel zum Haus-, Straßen-, Wege-, Landschafts- oder Wasserbau, die Strahlenexposition von Einzelpersonen gegenüber dem in der Umwelt natürlicherweise vorhandenen Niveau erheblich erhöhen können.

Die in der StrlSchV im Teil A der Anlage XII genannten Rückstände aus bergbaulichen und industriellen Prozessen sind überwachungsbedürftig, es sei denn, dass bei ihrer Beseitigung oder Verwertung die Überwachungsgrenzen und Beseitigungs- oder Verwertungswege gemäß Anlage XII Teil B eingehalten werden.

Wenngleich diese Vorschriften nicht primär dem Schutz von Boden und Grundwasser dienen, wurden mögliche Beeinflussungen dieser Medien unter dem Aspekt einer daraus wiederum resultierenden Strahlenexposition bei der Verordnungserarbeitung berücksichtigt. Wenn beim Brauchbarkeitsnachweis von Bauprodukten die Anforderungen der StrlSchV beachtet werden, sind deshalb gleichzeitig relevante Kontaminationen des Bodens und Grundwassers durch die in den Bauprodukten enthaltenen natürlichen Radionuklide auszuschließen.

Abkürzungen

BauPG	Bauproduktengesetz
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylenbenzol, Xylol
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EPA	Environmental Protection Agency
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
LABO	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Boden
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
MBO	Musterbauordnung
OECD	Organization of Economic Cooperation and Development
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.
R-Sätze	Risikosätze gem. Richtlinie 67/548/EWG
UBA	Umweltbundesamt
TOC	total organic carbon; gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
WGK	Wassergefährdungsklasse gem. VwVwS vom 17.5.1999
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

Begriffe, Definitionen**Aufschluss- und Extraktionsverfahren****Aufschluss**

Unter dem Begriff Aufschluss sollen in den vorliegenden Grundsätzen Verfahren zur Gewinnung von Lösungen aus den zu bewertenden Bauprodukten verstanden werden, in denen die anorganischen Stoffgehalte weitgehend vollständig, also als Gesamtgehalte analytisch bestimmbar sind.

Extraktion

Unter dem Begriff Extraktion sollen in den vorliegenden Grundsätzen zusammenfassend alle Methoden verstanden werden, bei denen mit Hilfe eines Lösungsmittels gewisse Stoffanteile aus dem zu bewertenden Bauprodukt - teils auch über chemische Reaktionen - herausgelöst werden. Unter dem Begriff Extraktion fällt auch die Extraktion von in Königswasser löslichen Spurenelementen (DIN ISO 11466).

Elution

Unter dem Begriff Elution sollen in den vorliegenden Grundsätzen alle Extraktionen von zu bewertenden Bauprodukten verstanden werden, bei denen das Lösungsmittel neutrales bzw. schwach saures oder basisches Wasser ist. Zu den Elutionsmethoden gehören auch die Säulen-, Schüttel- und Trogversuche.

Bauprodukte

Bauprodukte im Sinne der Landesbauordnungen und des Bauproduktengesetzes sind definiert als

- Baustoffe, Bauteile und Anlagen, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen eingebaut zu werden,
- aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden, wie Fertighäuser, Fertiggaragen und Silos.

Unter dem Begriff Bauprodukte sollen in den vorliegenden Grundsätzen neben den Bauprodukten im Sinne der Landesbauordnungen auch alle anderen Produkte verstanden werden, die bei der Errichtung baulicher Anlagen verwendet werden (d.h. auch Bauhilfsstoffe), wenn sie direkt auf dem Boden aufliegen oder im Kontakt mit diesem sind.

Geringfügigkeitsschwelle

s. Abs. 2.1 Teil I

Inhaltsstoffe

Die chemischen Stoffe, die in einem Bauprodukt enthalten sind, werden als Inhaltsstoffe bezeichnet.

POPs

Persistent Organic Pollutants aus der Liste der International Council of Chemical Associations (ICCA) gemäß der UNEP Vereinbarung 2004 (<http://www.pops.int>)

1. DDT und Metabolite
2. Aldrin
3. Dieldrin
4. Endrin
5. Chlordane
6. Heptachlor
7. HCB
8. Mirex
9. Toxaphene
10. PCBs
11. Dioxine (2,3,7,8-)
12. Furane (2,3,7,8-)

Übertragungsfunktion

Eine fachlich abgesicherte Konvention, mit der Labormesswerte auf unter natürlichen Verhältnissen zu erwartende Stoffkonzentrationen umgerechnet werden können.

Verdünnungsstufe

Wird ein Eluat zu Untersuchungszwecken (z.B. für biologische Tests) stufenweise verdünnt, so wird z.B. die Verdünnung resultierend aus einem Teil Originaleluat und einem Teil verdünnendes Wasser als Verdünnungsstufe 2 sowie eine Verdünnung aus einem Teil Originaleluat und fünf Teilen verdünnendes Wasser analog als Verdünnungsstufe 6 bezeichnet. Die Verdünnungsstufe 2 entspricht also einer 50 %igen Lösung des Originaleluats, die Verdünnungsstufe 6 einer 16,666 %igen Lösung des Originaleluats.

wasserundurchlässig

Als wasserundurchlässig werden in diesen Grundsätzen Bauweisen angesehen, die

- aus einer wasserundurchlässigen Schicht oder aus einem wasserundurchlässigen Körper bestehen, z.B. eine Betonplatte als Kellersohle oder ein Brückenfundament,
- aus mehreren Schichten bestehen, von denen die oberste Schicht wasserundurchlässig sein muss, so dass Niederschlags-/Sickerwasser diese Schicht nicht durchdringen kann und damit keine Schadstoffe aus den darunterliegenden Schichten ausgelaugt werden

können. Die unter der wasserundurchlässigen Schicht liegenden Schichten können entweder wasserundurchlässig oder wasserdurchlässig sein.

Zusammenstellung der Elutionsverfahren

Bei den meisten Versuchen zur Ermittlung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe eines zu bewertenden Bauproduktes handelt es sich um Extraktionsverfahren mit Wasser, also Elutionsverfahren (siehe Anhang I-B Begriffe). Die Elutionsmethoden werden im Folgenden nach der Art der Versuchsdurchführung in 4 Bereiche geordnet:

1 Schütteltest

Die Elution der Stoffe wird durch Schütteln (horizontal oder über Kopf) der Probe mit dem Elutionsmittel erreicht. Mit diesen Methoden erfolgt eine Auslaugung umweltrelevanter Stoffe unter definierten Bedingungen. Sie wurden zur Untersuchung von Schlämmen, Sedimenten und Bodenproben entwickelt. Die folgenden Versuchsparameter sind festzulegen bzw. können je nach Methode variiert werden.

1. Art des Eluenten
2. Angaben zur Art des zu eluierenden Materials (z.B. Korngröße)
3. Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis (L/S)
4. Elutionsdauer
5. Bewegungsart

Diese Art der Elution kann mit jeweils frischem Eluenten mehrfach durchgeführt werden.

2 Säulentest

Die Elution der Stoffe wird durch das Durchströmen der Probe mit dem Elutionsmittel erreicht. Die Methode eignet sich für stückiges bis feinkörniges Material, aber nicht für Festkörper. Es können L/S-Verhältnisse simuliert werden, die in der Praxis erst nach Jahren auftreten. Allerdings sind keine mikrobiologischen oder mineralogischen Effekte erfassbar. Die festzulegenden Versuchsparameter sind:

1. Art des Eluenten
2. Angaben zur Art des zu eluierenden Materials (z.B. Korngröße)
3. Elutionsdauer/Entnahme des Eluats bei bestimmten L/S-Verhältnissen
4. Durchströmungsrichtung
5. Durchströmungsmenge bzw. Fließgeschwindigkeit

3 Trogverfahren

Die Elution der Stoffe wird durch die Einbettung der Probe in dem Elutionsmittel erreicht. Die Methoden liefern praxisrelevante Freisetzungsraten für Festkörper. Die festzulegenden Versuchsparameter sind:

1. Art des Eluenten
2. Oberfläche und Volumen des Probekörpers
3. Verhältnis Volumen des Eluenten/Masse des Probekörpers L/S bzw. Verhältnis Volumen des Eluenten/Volumen des Probekörpers L/V bzw. Verhältnis Volumen des Eluenten/Oberfläche des Probekörpers L/O
4. Temperatur
5. Zeitpunkte der jeweiligen Eluentenwechsel, bei mehrfacher Elution
6. Bewegungsart des Eluenten

4 Spezielle Verfahren

Spezielle Verfahren werden für spezielle Bauprodukte und Probekörper bzw. Anwendungsbereiche entwickelt.

Elutionsverfahren

Die Tabellen geben einen Überblick über bisher verwendete Elutionsverfahren. Die für das zu untersuchende Bauprodukt anzuwendenden Prüfverfahren werden entweder im Teil II dieser Grundsätze oder in einem separaten Prüfprogramm festgelegt. Die Festlegung des Prüfprogramms und die Bewertung der Prüfergebnisse erfolgen in Abstimmung des DIBt mit dem zuständigen Sachverständigenausschuss.

Je nach Erkenntnisstand können sich die Angaben zu den empfohlenen Elutionsverfahren ändern.

Tabelle C.1: Schütteltests

1.1	DIN EN 12457 (01.2003)	Charakterisierung von Abfällen - Eluierung; Deklarationstest für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen - Deutsche Fassung prEN 12457:1999
1.1.1	DIN EN 12457-1	Teil 1: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 2 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)
1.1.2	DIN EN 12457-2	Teil 2: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)
1.1.3	DIN EN 12457-3	Teil 3: Zweistufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 2 l/kg und 8 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)
1.1.4	DIN EN 12457-4	Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg und einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)
1.2	NEN 7349	Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials. Determination of the leaching behaviour of inorganic components from granular materials with the cascade test (Kaskadentest)
1.3	NEN 7341(1995)	Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials. Leaching tests: Determination of the leaching availability of inorganic compounds (leaching at pH=7 and pH=4)
1.4	ASTM-Feststoff-Test	American Society for Testing and Materials (1979) Annual Book of ASTM Standards, Part 31
1.5	TCLP	United states environmental protection agency. Toxicity characteristic leaching procedure (TCLP) (1990) Federal Register Vol 261

Tabelle C.2: Säulentests

2.1	Inverse Säulenelution	Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung, Qualitätsmanagement-Arbeitsanweisung, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, 2003
2.2	Perkolationsverfahren, Überregnen	TP Min-StB Teil 7.1.3
2.3	Perkolations-pH4-stat-Verfahren	TP Min-StB Teil 7.1.4
2.4	Säulenversuch nach NEN 7343(1995)	Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials. Leaching tests. Determination of the leaching behaviour of inorganic components from granular materials with the column test

Tabelle C.3: Trogverfahren

3.1	DIN EN 1744-3	Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen Teil 3: Herstellung von Eluaten durch Auslaugung von Gesteinskörnungen
3.2	Standtest für zementgebundene Baustoffe	DAfStb-Richtlinie, Bestimmung der Freisetzung anorganischer Stoffe durch Auslaugung aus zementgebundenen Baustoffen, Ausgabe Mai 2005
3.3	Durchströmungsversuch für Frischbeton	Schießl, P., Hohberg, I. (1998) Auslaugverhalten von Frischbeton. Aachen, Institut für Bauforschung. Forschungsbericht Nr. F 641, unveröffentlicht
3.4	Trogverfahren	TP Min-StB Teil 7.12 bzw. LAGA EW 98T
3.5	NEN 7345(1995)	Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials. Leaching tests Determination of the leaching behaviour of inorganic components from building monolithic waste materials with the diffusion test
3.6	NLÖ-Verfahren	modifiziertes Verfahren der DIN 38414-4 Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
3.7	Elution in der Triaxialzelle	Langzeituntersuchung des Auslaugverhaltens in der Triaxialzelle nach DIN 18130-1

Tabelle C.4: Spezielle Verfahren

4.1	spezielles Verfahren für Spritzbeton	Breitenbücher, R. (1994) Auslaugbarkeit von Beton - Prüfverfahren und Wertung von Versuchsergebnissen, Beton- und Stahlbetonbau 89, Nr. 9, 237-243
4.2	Durchströmungszelle	Breitenbücher, R.; Springenschmid, R.; Dorner, H.W.; Handke, D. (1992) Verringerung chemischer Auskleidungen aus Spritzbetonauskleidungen zum Schutz von Tunneldrainagen und Umwelt, Berichte aus dem Baustoffinstitut, Hrsg. Univ.-Prof. R. Springenschmid, Eigenverlag, TU München, Nr. 2, S. A87 –A90
4.3	Technikumsversuch zur Beurteilung von Bodeninjektionsmitteln bzw. Kanalrohrsanierungsmitteln	Stein, D: Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 1998 DWA-M 143-20: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 20: Prüfung und Beurteilung von Sanierungsverfahren; Anforderungen, Prüfkriterien und Prüfeempfehlungen – Schlauchliniungsverfahren und Kurzliner (Juli 2005)
4.4	Rinnenversuch zur Beurteilung von Bodeninjektionsmitteln	Brauns, J., Kast, K., Hötzl, H., Eiswirth, M. (1996) Anwendung von Weichgelen zur horizontalen Abdichtung von Baugruben durch Injektionssohlen – Fragen zur Beeinflussung der Grundwasserqualität. Mitteilungen Abtl. Erddamm- und Deponiebau, Inst. für Bodenmechanik und Felsmechanik Universität Karlsruhe, Heft 6, 95 S.; Karlsruhe Brauns, J., Eiswirth, M., Hötzl, H. u. Kast, K. (1998) Abdichtung von Baugruben durch Weichgelsohlen - Fragen zur Beeinflussung der Grundwasserqualität - Verifikation anhand einer Demonstrationsbaugrube. – Sch. Angew. Geol. Karlsruhe 49; Karlsruhe Eiswirth, M., Ohlenbusch, R. u. Schnell, K. (1998): Grundwasserbeeinträchtigungen durch Weichgelinjektionssohlen. - Sch. Angew. Geol. Karlsruhe 50, 117-134

ANHANG I-D.1**Geringfügigkeitsschwellen**

Die Geringfügigkeitsschwellen für die wesentlichen anorganischen und organischen Parameter, die aus Bauprodukten freigesetzt werden können, sind der Veröffentlichung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser "Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser"¹³ zu entnehmen.

Die in dieser Veröffentlichung angegebenen Geringfügigkeitsschwellen für biozide Wirkstoffe, Pflanzenschutzmittel und sprengstofftypische Verbindungen können bei Bedarf herangezogen werden.

¹³ LAWA: "Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser", Dezember 2004. Erhältlich bei Kulturbuch-Verlag GmbH, Postfach 47 04 49, 12313 Berlin oder herunterzuladen von der LAWA-Homepage: www.lawa.de.

ANHANG I-D.2**Übergangsregelung**

Die Beurteilung der Auswirkungen eines Bauproduktes auf Boden und Grundwasser kann übergangsweise auch unter Heranziehung von Beurteilungswerten erfolgen, die zahlenmäßig den Prüfwerten des Wirkungspfads Boden-Grundwasser der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung¹⁴ entsprechen.

Eine Beurteilung eines Bauproduktes ist auch auf der Grundlage dieser Werte möglich, soweit diese Werte bundesrechtlich für den beim DIBt anstehenden Beurteilungsfall eingeführt worden sind.

¹⁴ Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGLI. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGLI. I S. 3758)

Grundsätze zur

Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser*

Teil II

September 2011

* Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (in der aktuellen Fassung abrufbar im Internet unter www.eur-lex.europa.eu) sind beachtet worden.

Impressum:

Herausgeber
Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -
Anstalt des öffentlichen Rechts
Kolonnenstrasse 30 B
10829 Berlin

Telefon (030) 7 87 30 - 0
Telefax (030) 7 87 30 - 320
E-mail dibt@dibt.de
www.dibt.de

Berlin

Redaktionsschluss: 06.07.2011

Diese Grundsätze gliedern sich in drei Teile. In Teil I wird das Konzept zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und hinsichtlich der Besorgnis einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften beschrieben. In Teil II wird das Bewertungskonzept an ausgewählten Bauprodukten konkretisiert. In Teil III werden die Analyseverfahren aufgelistet, die bei einer Bewertung von Bauprodukten nach Teil I und Teil II herangezogen werden sollen.

I N H A L T

TEIL II BEWERTUNGSKONZEPTE FÜR SPEZIELLE BAUPRODUKTE

1	Betonausgangsstoffe und Beton-----	2
2	Schleierinjektionen -----	9
3	Kanalsanierungsmittel -----	12

ANHANG II-A	Elutionsverfahren -----	I
--------------------	-------------------------	---

ANHANG II-B	Beschreibung der Modellrechnung -----	IV
--------------------	---------------------------------------	----

TEIL II BEWERTUNGSKONZEPTE FÜR SPEZIELLE BAUPRODUKTE

1 Betonausgangsstoffe und Beton

1.1 Einleitung

Das folgende Kapitel erläutert die Bewertung der Auswirkungen von Betonausgangsstoffen als Bauprodukt oder Betonen auf Boden und Grundwasser. Es werden die Betonausgangsstoffe (einschließlich der Ausgangsstoffe für Konstruktionsmörtel):

- Zement,
- Betonzusatzstoffe,
- Betonzusatzmittel und
- Gesteinskörnungen (Betonzuschläge)

sowie Beton selbst betrachtet, die als Bauprodukt Zulassungsgegenstand sein können. Die Bewertung von Zement (oder anderen hydraulischen Bindemitteln), Zusatzstoffen, Zusatzmitteln und Gesteinskörnungen für andere Anwendungsbereiche (wie z.B. Mauermörtel, Injektionsmörtel oder -suspensionen im Erd- und Grundbau) werden in anderen Abschnitten behandelt.

Eine Bewertung von Betonausgangsstoffen, die als Bauprodukt zugelassen werden sollen, kann sowohl auf Grund der Inhaltsstoffe als auch auf Grund der Herstellung erforderlich sein. Zur Beurteilung der Betonausgangsstoffe unter realen Bedingungen kann es u.U. notwendig werden, einen Standardbeton aus diesen Ausgangsstoffen herzustellen und zu untersuchen (s. Tabelle II.2).

Eine Bewertung von zuzulassenden Betonen ist nur dann erforderlich, wenn der Beton nicht genormte bzw. nicht zugelassene Betonausgangsstoffe enthält, deren Auswirkungen auf Boden und Grundwasser nicht bekannt sind.

Beton kann in der gesättigten sowie in der ungesättigten Bodenzone eingesetzt werden. Beton wird als Frischbeton verarbeitet und liegt, sobald er erhärtet ist, als Festbeton vor. In der Regel ist die Festbetonphase zu untersuchen und zu bewerten. Für bestimmte Anwendungsfälle ist auch die Frischbetonphase zu untersuchen und zu bewerten (z.B. Ortbeton).

Gefügedichter Beton wird als wasserundurchlässig im Sinne der Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser eingestuft. Daher sind die Anwendungsfälle B1 und B2 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Tabelle I.1) zu betrachten.

Haufwerksporiger Beton (u.a. Dränbeton) wird als wasserdurchlässig im Sinne der Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser eingestuft. Also kommen hier die Anwendungsfälle A1 und A2 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Tabelle I.1) in Betracht.

1.2 Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller relevanten Inhaltsstoffe

1.2.1 Ermittlung aller relevanten Inhaltsstoffe

Auf Grundlage der vom Antragsteller vorzulegenden Unterlagen (Art, Herkunft, Herstellungsprozess und chemische Angaben zum Bauprodukt) werden die zu untersuchenden relevanten Inhaltsstoffe festgelegt.

Soll Beton, der unter Verwendung von mineralischen Abfällen zur Verwertung als Bauprodukt oder sollen mineralische Abfälle als Betonausgangsstoffe zugelassen werden, müssen die Stoffgehalte im Feststoff und im Eluat des unverdünnten und unvermischten Abfalls gemäß der LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln"¹ untersucht werden.

¹ LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln", in der jeweils aktuellen Fassung, Erich Schmidt Verlag Berlin, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20 oder www.laga-online.de

Nach der LAGA-Mitteilung 20¹ wird das Eluat nach dem Verfahren gemäß der Tabelle II-A.1 hergestellt.

Für Abfälle, für die die LAGA-Mitteilung 20¹ keine abfallspezifische Technische Regeln enthält, ist der Umfang der Untersuchungen durch den zuständigen Sachverständigenausschuss festzulegen.

Bei Materialien, bei denen auf Grund der Herkunft oder des Herstellungsprozesses ein Verdacht auf erhöhte Gehalte an Radionukliden besteht, die zu einer Gefährdung von Boden und Grundwasser führen könnten, ist zusätzlich die Radioaktivität (spez. Aktivität der Radionuklide ⁴⁰K, ²²⁶Ra und ²³²Th) gammaspektrometrisch zu untersuchen.

Abfälle zur Verwertung, bei denen ein Verdacht auf gesundheitsschädliche Mikroorganismen oder Viren (Krankheitserreger) besteht, sind gesondert zu untersuchen.

1.2.2 Bewertung der Inhaltsstoffe

Die Bewertung ist gemäß den Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Abschnitt 3.1 durchzuführen.

1.3 Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe

1.3.1 Allgemeines

Bei der Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe muss unterschieden werden, ob Beton oder Betonausgangsstoffe als Bauprodukt zugelassen werden. Da Betonausgangsstoffe nur für den Einsatz im Beton zugelassen werden, werden Betonwürfel einer festgelegten Zusammensetzung nach Tabelle II.2 eluiert. Für Betonausgangsstoffe können jedoch die Untersuchungen der Stufe 2 entfallen, wenn es bereits Nachweise über alle relevanten Inhaltsstoffe des Betonausgangsstoffes gibt, die belegen, dass bei dem Einsatz von mit diesem Betonausgangsstoff hergestellten Beton keine Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und keine Besorgnis einer Grundwasserverunreinigung bestehen.

Das Ablaufschema des Bewertungskonzepts ist an zwei Beispielen in den Abbildungen II.1 und II.2 dargestellt.

1.3.2 Praxisnahe Eluatherstellung

1.3.2.1 Allgemeines

Entsprechend dem jeweiligen Anwendungsbereich sind die in Tabelle II.1 aufgeführten Elutionsverfahren zu verwenden.

Teil II – Bewertungskonzepte für spezielle Bauprodukte

Tabelle II.1: Elutionsverfahren

Anwendungsfälle	Elutionsverfahren
Umweltrelevanz des Materials im Frischbeton	
Anwendungsfall B2 nach Teil I, Tabelle I.1 Frischbeton in der gesättigten Bodenzone	wird noch ergänzt
Anwendungsfall B1 nach Teil I, Tabelle I.1 Frischbeton in der ungesättigten Bodenzone	wird noch ergänzt
Umweltrelevanz des Materials im Festbeton	
Anwendungsfall A1 nach Teil I, Tabelle I.1 Festbeton in der ungesättigten Bodenzone	Ist im Einzelfall gemäß Teil I festzulegen.
Anwendungsfall A2 nach Teil I, Tabelle I.1 Festbeton in der gesättigten Bodenzone	Ist im Einzelfall gemäß Teil I festzulegen.
Anwendungsfall B2 nach Teil I, Tabelle I.1 Festbeton in Kontakt mit dem Grundwasser	Langzeitstandtest gemäß Tabelle II-A.3
Anwendungsfall B1* nach Teil I, Tabelle I.1 Festbeton in Kontakt mit der ungesättigten Bodenzone	Trogverfahren gemäß Tabelle II-A.4

* Einen Sonderfall stellt der Anwendungsfall B1 dar, da wasserundurchlässige Bauweisen über dem Grundwasserspiegel in der Regel sowohl aus Sicht des Grundwasser- als auch des Bodenschutzes unproblematisch sind.

Die Untersuchung des Anwendungsfalles B2 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Tabelle I.1) am Festbeton stellt den Normalfall dar. Wenn die Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe in Stufe 2 die Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und die Besorgnis einer Grundwasserverunreinigung erkennen lässt, wird dieser Anwendungsbereich in der Zulassung ausgeschlossen und nur der eingeschränkte Anwendungsbereich "Einsatz in der ungesättigten Bodenzone" zugelassen.

Eine Untersuchung des Anwendungsfalles B1 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Tabelle I.1) – der Einsatz von Festbeton in der ungesättigten Bodenzone - ist nur durchzuführen, wenn die Untersuchungen der Stufe 1 und der Anwendungsbereich eine relevante Mobilisierung von Inhaltsstoffen erwarten lassen.

1.3.2.2 Herstellung der Betone

Die Betone werden aus den Betonausgangsstoffen im Labor durch die Prüfstelle hergestellt, die die Zulassungsprüfung durchführt. Die Zusammensetzung der Betone soll in der Regel Tabelle II.2 entsprechen, wenn nicht der zuständige Sachverständigenausschuss eine andere Zusammensetzung festlegt.

Es ist eine Betonmischung mit dem zuzulassenden Material und eine Vergleichsmischung herzustellen. Hierdurch soll erreicht werden, dass die Veränderungen im Eluat dem zuzulassenden Ausgangsstoff zugeordnet werden können.

Tabelle II.2: Zusammensetzung der Betone

Bestandteil	Beton
Grundzusammensetzung des Betons/Vergleichsmischung	
Zement	CEM I nach DIN EN 197-1 z = 280 (270 bei Anrechnung von Zusatzstoffen) kg/m ³ Beton
Gesteinskörnung (Zuschlag)	Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 Sieblinie der Gesteinskörnung: A 16/B 16 nach DIN 1045-2:2008-08, Anhang L, Bild L.2 ^a
Wassermenge (w/z)	0,60 ^{b,c}
zuzulassender Betonausgangsstoff	
ggf. Zement	Austausch des Zements in der Grundzusammensetzung z = 280 kg/m ³ Beton
ggf. Gesteinskörnung (Zuschlag)	Austausch des Zuschlags in der zuzulassenden Korngruppe in der Grundzusammensetzung (ggf. bis zum für die Anwendung beantragten Höchstgehalt) ^a
ggf. Betonzusatzstoff	Zusatz der beantragten Höchstmenge bezogen auf Zement
ggf. Betonzusatzmittel	Zusatz der beantragten Höchstmenge bezogen auf Zement
zuzulassender Beton	
Zement	gemäß der hinterlegten Zusammensetzung
Gesteinskörnung (Zuschlag)	gemäß der hinterlegten Zusammensetzung
Betonzusatzstoff	gemäß der hinterlegten Zusammensetzung
Betonzusatzmittel	gemäß der hinterlegten Zusammensetzung
äquivalenter Wassermenge (w/z) _{eq}	höchster (w/z) _{eq} -Wert gemäß der hinterlegten Zusammensetzung
^a bei D=32 ist der Beton mit einer Sieblinie A 32/B 32 nach DIN 1045-2:2008-08, Anhang L, Bild L.3 und bei D=64 eine Sieblinie A64/B 64 nach DIN 1045-2:2008-08, Anhang L, Bild L.4 zu verwenden ^b oder mit dem höchsten w/z-Wert, der für die Anwendung vorgesehen ist ^c bei zuzulassenden Betonausgangsstoffen, die die Konsistenz beeinflussen, ist der w/z-Wert oder (w/z) _{eq} -Wert im Einzelfall festzulegen	

1.3.2.3 Herstellung und Lagerung der Probekörper vor der Festbetonelution

Aus den Betonmischungen (zuzulassendes Material und Vergleichsmischung) sind Betonwürfel mit den Abmessungen 100 mm x 100 mm x 100 mm nach DIN EN 12390-2:2009-08 herzustellen (Schalöl darf nicht verwendet werden). Die Würfel werden in der Regel nach einem Tag ausgeschalt.

Nach dem Ausschalen sind die Probekörper dicht verpackt bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C zu lagern. In der Regel werden die Probekörper bis zu einem Alter von 56 Tagen gelagert. Die Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Würfel beispielsweise sofort in eine mindestens 0,3 mm dicke Kunststoffolie zweifach eingewickelt und alle freien Ränder der Kunststoffolie mit Klebeband überklebt werden. Bei der Elution von organischen Substanzen ist die Lagerungsart mit dem Sachverständigenausschuss zu vereinbaren. In Abhängigkeit von der Festigkeitsentwicklung des Betons kann auch eine andere Lagerungsdauer festgelegt werden, die jedoch 91 Tage nicht überschreiten darf.

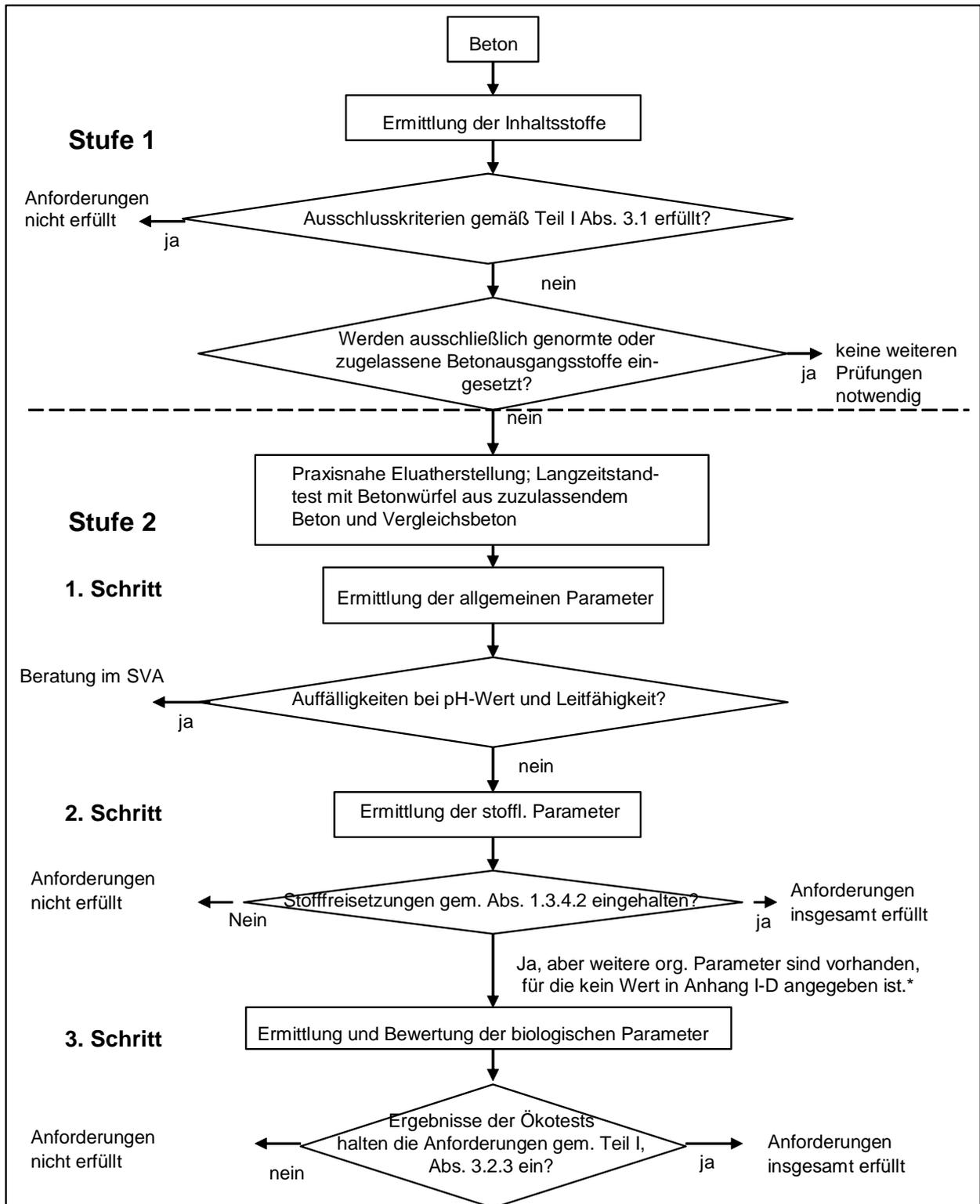


Abbildung II.1: Ablaufschema zur Bewertung von Betonen

*Wenn weitere anorg. Parameter vorhanden sind, für die kein Wert in Anhang I-D angegeben ist, findet eine Beratung im SVA statt.

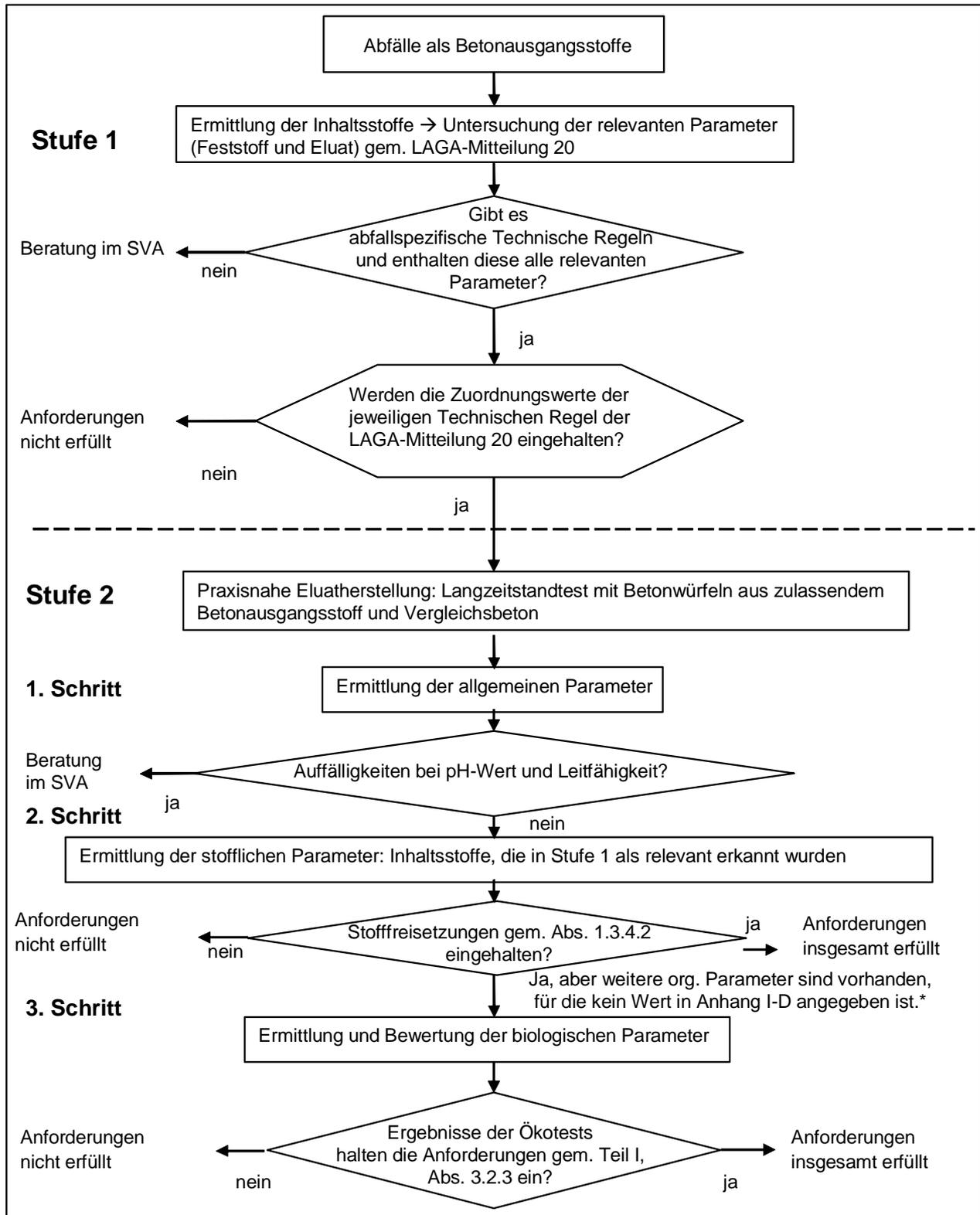


Abbildung II.2: Ablaufschema zur Bewertung von Abfällen als Betonausgangsstoffe

*Wenn weitere anorg. Parameter vorhanden sind, für die kein Wert in Anhang I-D angegeben ist, findet eine Beratung im SVA statt.

1.3.2.4 Elutionsversuche

1.3.2.4.1 Elution von Frischbeton²

1.3.2.4.2 Elution von Festbeton

Die Betonwürfel werden nach dem Elutionsverfahren gemäß Tabelle II-A.3 (Langzeitstandtest) bzw. in Sonderfällen nach dem Elutionsverfahren gemäß Tabelle II-A.4 (s. auch Erläuterungen hierzu in Abs. 1.3.2.1) eluiert.

1.3.3 Stufe 2, 1. Schritt: Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter

Die Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter ist nach den Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – Teil I, Abschnitt 3.2.1 durchzuführen.

Bei der Elution von Beton nach den vorgegebenen Elutionsverfahren sind hohe pH-Werte und hohe Werte für die elektrische Leitfähigkeit typisch. Dies ist in die Bewertung der allgemeinen Parameter miteinzubeziehen.

1.3.4 Stufe 2, 2. Schritt: Ermittlung und Bewertung der stofflichen Parameter am Eluat eines Standardbetons (für Betonausgangsstoffe) bzw. des zuzulassenden Betons

1.3.4.1 Ermittlung der stofflichen Parameter

Alle Eluate müssen auf die aus der Rezeptur ersichtlichen umweltrelevanten Stoffe oder die im Prüfplan festgelegten Parameter untersucht werden. Der Gesamtgehalt an organischen Verbindungen ist zusätzlich über den Summenparameter TOC (= Total Organic Carbon) zu erfassen.

Gegebenenfalls sind bei der Ermittlung der umweltrelevanten Stoffe auch Folgeprodukte, die durch Veränderungen physikalisch-chemischer Parameter (z.B. des pH-Wertes) entstehen können, einzu beziehen.

1.3.4.2 Bewertung der stofflichen Parameter

1.3.4.2.1 Frischbeton²

1.3.4.2.2 Festbeton

- **Langzeitstandtest (s. Tabelle II-A.3):** Die im Standtest gemessenen Freisetzungen müssen die Werte, die aus den Geringfügigkeitsschwellen über Modellbetrachtungen abgeleitet werden, einhalten. Das Verfahren hierfür ist in Anhang II-B erläutert. Wenn organische mobilisierbare Inhaltsstoffe zu erwarten sind, wird in Anlehnung an den Langzeitstandtest untersucht und die Ergebnisse sind gesondert zu bewerten.
- **Trogverfahren (s. Tabelle II-A.4):** Die im Eluat des Trogverfahrens ermittelten Werte müssen die Werte, die aus den Geringfügigkeitsschwellen über Modellbetrachtungen abgeleitet werden, einhalten. Das Trogverfahren kommt nur in Sonderfällen zur Anwendung, da der Anwendungsfall B1 in der Regel sowohl aus Sicht des Grundwasser- als auch des Bodenschutzes unproblematisch ist.

1.3.5 Stufe 2, 3. Schritt: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter

Wenn in den vorhergehenden Untersuchungen die ökotoxikologische Unbedenklichkeit nicht nachgewiesen werden konnte, sind die biologischen Parameter zu ermitteln und zu bewerten. Die Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter erfolgt nach den Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Abschnitt 3.2.3.

Beim Einsatz von Tensiden (z.B. in Luftporenbildnern) ist der Fischttest durchzuführen, wenn die Rezeptur des Produktes Hinweise liefert, dass ein Bestandteil des Produktes ein spezifisch fischtoxisches Wirkpotential besitzen könnte und dass dieser Bestandteil in ökotoxikologisch relevanter Menge aus dem Bauprodukt eluiert werden könnte.

² Wird noch ergänzt.

2 Schleierinjektionen

2.1 Einleitung

Das folgende Kapitel erläutert die Bewertung der Auswirkungen von Schleierinjektionen auf Boden und Grundwasser. Gemäß lfd. Nr. 1.11 der Liste C haben "Produkte zur Trockenlegung feuchter Mauern, ausgenommen Produkte, die im direkten Kontakt mit Boden und Grundwasser aushärten" für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung. Da Schleierinjektionen in direktem Kontakt mit Boden und Grundwasser aushärten, fallen sie nicht unter die lfd. Nr. 1.11 der Liste C, sondern benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

Bei der Schleierinjektion wird ein undichtes Bauteil von innen nach außen rastermäßig durchbohrt. Die Bohrlöcher werden mit Packern bestückt. Es erfolgt eine Injektion durch das Bauteil hindurch in den Baugrund an der Außenseite des Bauteils.

2.2 Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller relevanten Inhaltsstoffe

Die Rezepturen der einzelnen Komponenten der Injektionsmittel sind gemäß dem Muster-Stoffdatenblatt des DIBt vorzulegen. Zusätzlich ist ein technisches Datenblatt des Injektionsmittels vorzulegen, aus dem Aushärtezeit und das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten hervorgehen.

Die Rezeptur wird vom DIBt entsprechend den Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – Teil I, Abschnitt 3.1 bewertet.

2.3 Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe

2.3.1 Praxisnahe Eluatherstellung

Anhand der ermittelten Inhaltsstoffe im Bauprodukt ist unter Berücksichtigung der Kenntnis des Entstehungsprozesses des Bauproduktes festzustellen, welche Stoffe unter Praxisbedingungen eluiert werden können. Zu deren Erfassung ist ein dafür geeignetes Elutionsverfahren anzuwenden. Eine Unterscheidung der Anwendung von Injektionsmitteln in der gesättigten und in der ungesättigten Zone gemäß Tabelle I.1 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I) wird bei der Auswahl der Elutionsverfahren nicht gemacht, da Abdichtungen mit Injektionsmitteln sowohl in der gesättigten als auch in der ungesättigten Zone vorgenommen werden können. Da diese Injektionsmittel nachträglich aushärten, ist außer dem Anwendungsfall B (wasserundurchlässig) gemäß Tabelle I.1 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I) das Produkt nicht nur nach der Aushärtungsphase, sondern auch während dessen zu untersuchen.

Im Rahmen der Eluatherstellung sind von der Prüfstelle parallel geeignete technische Kenndaten des Bauprodukts zu untersuchen, diese sind als Identitätsnachweis in den Prüfbericht aufzunehmen.

Produkt während der Aushärtungsphase und am ausgehärteten Produkt

Die Prüfung während der Aushärtung erfolgt mit dem Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung gemäß Tabelle II-A.5. Beim Säulenversuch wird fraktionsweise Eluat abgezogen. Die Messwerte zu den Untersuchungsparametern während der Injektions- und Aushärtungsphase zeigen einen typischen Verlauf. Sie steigen kurz nach der Injektion stark an und fallen dann produktspezifisch auf die Ausgangswerte des unbelasteten Umströmungswassers ab. Letzteres ist eine notwendige Voraussetzung für die Umweltverträglichkeit. Dies gilt auch für den TOC (Summenparameter für die Gesamtheit der organischen Inhaltsstoffe). Die Eluatfraktionen, bei denen der TOC die höchsten Werte aufweist, werden mit TOC_{max} bezeichnet. Die Eluatfraktionen, bei denen der TOC auf den Wert des Ausgangswassers abgeklungen ist, werden mit $TOC_{Abkling}$ bezeichnet. Die Fraktionen der zeitlich aufeinander folgenden Eluate sind so zu nehmen, dass die Konzentrationen von TOC_{max} und $TOC_{Abkling}$ erfasst werden. Das Volumen der genommenen Proben und der Zeitpunkt der Probenahme nach Versuchsbeginn sind im Protokoll anzugeben. Für die Ermittlung der biologischen Parameter wird ein Mischeluat aus mehreren Eluaten mit maximalem TOC-Gehalt (TOC_{max}) und einem Eluat aus der Abklingphase des TOC-Verlaufs ($TOC_{Abkling}$) verwendet. Das oben genannte Elutionsverfahren (Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung) deckt außer der Untersuchung der Aushärtungsphase auch die Untersuchung des ausgehärteten Produkts mit ab.

Teil II – Bewertungskonzepte für spezielle Bauprodukte

Falls bereits Prüfungen mit einem anderen Prüfverfahren durchgeführt wurden, wird die Eignung des Prüfverfahrens im Einzelfall im SVA "Umweltschutz - B 2 -" beurteilt.

2.3.2 Stufe 2, 1. Schritt: Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter

2.3.2.1 Ermittlung der allgemeinen Parameter

Alle Eluate müssen auf die folgenden Parameter untersucht werden:

- pH-Wert³,
- elektrische Leitfähigkeit,
- Geruch,
- Färbung, Trübung,
- Neigung zur Schaumbildung.

2.3.2.2 Bewertung der allgemeinen Parameter

Die Ergebnisse sind dahingehend zu bewerten, ob schädliche Veränderungen des Grundwassers auftreten können. Auffälligkeiten können zum Ausschluss führen. Die Eluate der Untersuchung von Produkten während der Aushärtungsphase werden nach folgenden Kriterien bewertet:

- pH-Wert:
Der pH-Wert im Eluat sollte 10 nicht überschreiten. Der pH-Wert sollte innerhalb von 28 Tagen auf den pH-Wert des Ausgangswassers abklingen. Bei höheren pH-Werten muss nachgewiesen werden, dass im Eluatversuch (Säulenversuch) nicht mehr als 0,1 mol/kg Produkt an OH⁻-Ionen in sieben Tagen ausgewaschen werden. Darüber hinaus muss erkennbar sein, dass keine unbegrenzte Freisetzung von Hydroxidionen aus dem Bauprodukt erfolgt, d.h. dass die pH-Wert-Zunahme abklingen und der pH-Wert des Prüfwassers in 28 Tagen wieder erreicht werden muss.
- Leitfähigkeit:
Der in der Trinkwasserverordnung vorgegebene Wert von 2500 µS/cm gilt als Richtwert. Eine Überschreitung dieses Wertes ist kein alleiniges Ausschlusskriterium. Höhere Werte müssen im Einzelfall bewertet werden.
- Färbung, Trübung, Geruch, Neigung zu Schaumbildung:
Treten im Eluat solche Auffälligkeiten auf, soll nach 28 Tagen wieder der Zustand des Ausgangswassers erreicht sein. Allerdings ist eine, auch nach 28 Tagen anhaltende geringe Veränderung des Eluats kein alleiniges Ausschlusskriterium.

2.3.3 Ermittlung und Bewertung der stofflichen Parameter

2.3.3.1 Ermittlung der stofflichen Parameter

Alle Eluate (insbesondere die einzelnen Fraktionen des Eluats zur Untersuchung von Produkten während der Aushärtung) müssen auf den Summenparameter TOC untersucht werden. Ausgewählte Eluatfraktionen oder Mischungen aus mehreren Eluatfraktionen der Eluate der Säulenversuche werden gegebenenfalls auf sonstige, aus der Rezeptur des Injektionsmittels ersichtliche Stoffe, für die eine Geringfügigkeitsschwelle (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Anhang I-D) existiert, untersucht. Im Weiteren sind ökotoxikologisch relevante Einzelstoffe, die über die Rezeptur bekannt sind oder von denen bekannt ist, dass sie entstehen können, auch wenn keine Geringfügigkeitsschwelle existiert, zu erfassen.

In den Injektionsmitteln können Metallverbindungen als Katalysatoren enthalten sein, daher ist das Eluat ggf. auf Metallionen zu untersuchen. Eventuell sind bei der Ermittlung umweltrelevanter Stoffe auch Folgeprodukte einzubeziehen, die durch Veränderungen physikalisch-chemischer Parameter (z. B. des pH-Wertes) entstanden sind. Die Festlegung der zu untersuchenden Parameter erfolgt im DIBt nach Abstimmung mit dem SVA "Umweltschutz - B 2 -".

2.3.3.2 Bewertung der stofflichen Parameter

Der TOC-Gehalt muss innerhalb von 28 Tagen auf die Anfangskonzentration des umströmenden Wassers (Blindwert) abfallen. Die ermittelten Stoffgehalte müssen die Geringfügigkeitsschwellen (s.

³ Ggf. kann es erforderlich sein, den pH-Wert des frisch angemischten Injektionsgels zu bestimmen. Hierbei sollten keine pH-Werte > 10,5 auftreten.

Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Anhang I-D) ggf. unter Berücksichtigung von Übertragungsfunktionen⁴ einhalten.

2.3.4 Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter

2.3.4.1 Ermittlung der biologischen Parameter

Wenn der gemessene TOC höher ist als der des eluierenden Wassers, sind folgende Wirkungstests mit Eluaten gemäß Abschnitt 2.3.1 [d. h. Mischung aus 3 Eluatfraktionen mit maximalem TOC-Gehalt (TOC_{max}) und einem Eluat aus der Abklingphase ($\text{TOC}_{\text{Abkling}}$)] durchzuführen⁵:

- Daphnien-Test,
- Algen-Test,
- Leuchtbakterien-Lumineszenz-Test und ggf. der Leuchtbakterien-Zellvermehrungshemmtest,
- biologische Abbaubarkeit,
- terrestrische Tests⁶,
- ggf. umu-Test bzw. Ames-Test.

Bei TOC-Werten < 50 mg/l muss der biologische Abbau nicht nachgewiesen werden, da in diesem Konzentrationsbereich keine aussagekräftigen Ergebnisse gewonnen werden. Ggf. kann die Ermittlung der biologischen Abbaubarkeit als Beurteilungskriterium nicht ausreichen und es muss über eine Charakterisierung des TOC nachgewiesen werden, dass keine toxisch wirkenden Verbindungen entstehen können.

Bei PU-Systemen ist die Entstehung von aromatischen Aminen und/oder freien Isocyanaten zu untersuchen.

2.3.4.2 Bewertung der biologischen Parameter

Die Prüfung der biologischen Tests muss ergeben, dass keine negativen Auswirkungen auf Boden und Grundwasser zu erwarten sind. Die Tests an den Eluaten müssen die Vorgaben der Grundsätze "Bewertung der Auswirkungen auf Boden und Grundwasser" (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Stufe 2, 3. Schritt) einhalten.

Die Inhaltsstoffe müssen biologisch abbaubar sein. Mangelnde Abbaubarkeit ist kein alleiniges Ausschlusskriterium, sondern wird nur im Zusammenhang mit den Ergebnissen der biologischen Tests bewertet.

⁴ Derzeit liegen für Schleierinjektionen und für Produkte zur Sanierung undichter Abwasserkanäle noch keine Übertragungsfunktionen vor.

⁵ Wenn allerdings durch die Rezeptur die organischen Stoffe, die über den TOC erfasst werden, hinreichend bekannt sind und für diese organischen Stoffe Geringfügigkeitsschwellen existieren, kann in Rücksprache mit dem DIBt auf die Untersuchung und Bewertung der biologischen Parameter verzichtet werden.

⁶ Da noch keine hinreichenden Erfahrungen bezüglich terrestrischer Tests von Bauprodukten vorliegen, entfällt zurzeit die Durchführung der terrestrischen Tests. Die Festlegung über den Testumfang erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

3 Kanalsanierungsmittel

3.1 Einleitung

Die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Kanalsanierungsmitteln erfolgt im Rahmen der Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen. Aussagen zur Umweltverträglichkeit von Kanalsanierungsmitteln werden in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen unter Berücksichtigung verfahrensspezifischer Besonderheiten getroffen.

Kanalsanierungsmittel können in der ungesättigten sowie in der gesättigten Zone eingesetzt werden, d.h. es können die Anwendungsfälle B1 und B2 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Tabelle I.1) auftreten. Hierbei ist zu beachten, dass es Fälle geben kann, in denen die zur Sanierung verwendeten Materialien erst nach dem Einbringen aushärten. Bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen kann bei Vorliegen dieser Voraussetzung eine Begrenzung der in die Umwelt austretenden Volumina der Komponenten vorgenommen werden.

Derzeit kommen folgende Verfahren für den nicht begehbaren Bereich von Abwasserkanälen und -leitungen - im Folgenden Kanäle genannt - mit erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen zum Einsatz:

1. Flutungsverfahren

Methode: Flutungsverfahren sind grabenlose Abdichtungsverfahren für Abwasserkanäle, -leitungen und Schächte, bei denen zwei Lösungen nacheinander eingesetzt werden. Ein gereinigter und abgeschotteter Kanal bzw. Leitungsabschnitt wird mit der ersten Lösung geflutet, welche in die undichten Stellen eindringt. Nach einer verfahrensspezifischen Verweilzeit wird die erste Lösung abgesaugt. Nach einem Zwischenspülen mit Wasser wird eine zweite Lösung in den abgesperrten Kanalbereich eingefüllt. Auch diese dringt durch die schadhaften Stellen der Abwasserleitung in den umgebenden Boden der Leitungszone ein. Durch chemische Reaktionen der beiden Lösungen entsteht dort eine örtlich begrenzte und wasserdichte Verfestigung unter Einschluss der umgebenden Bodenpartikel. Der Zyklus des Befüllens und Abpumpens wird ggf. mehrfach wiederholt, bis ein Absinken der Flüssigkeiten im Startschacht nicht mehr feststellbar ist.

Anwendungsbereiche: alle Rohrwerkstoffe und Querschnittformen, gerissene Kanäle, Schächte und Rohrverbindungen.

Werkstoffe: Wasserglassysteme mit organischen oder anorganischen Härtern.

2. Spachtel- und Verpressverfahren (Robotertechnik)

Methode: Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist die hinreichende Reinigung des zu sanierenden Leitungsabschnittes und ein spezifischer Flächenabtrag im Bereich der zu sanierenden Stellen, der i.d.R. mittels Fräsrobotersystemen erfolgt.

An die so vorbereiteten schadhaften Stellen wird unter Kamerabeobachtung eine Packer-Robotereinheit gefahren. Diese ist entweder mit einer Kartusche, die mit Komponenten des zuvor gemischten Harzsystems befüllt ist oder sie ist mit mehreren Kartuschen, die mit den jeweiligen Harzkomponenten befüllt sind, ausgerüstet. Die Packer-Roboter-Einheit wird so positioniert, dass die Manschetten des Packers eine Abschottung des zu sanierenden Bereichs bewirken. Mittels Druckluft werden das angemischte Harz aus der Kartusche bzw. die einzelnen Komponenten aus den Kartuschen über eine Zwangsmischeinrichtung in die schadhaften Stellen gepresst. Das Einbringen des Harzgemisches kann auch über sogenannte Verpressschuhe erfolgen. Dabei handelt es sich um Verpresswerkzeuge, die an der schadhaften Stelle positioniert werden. Über entsprechende Austrittöffnungen wird das Harz in die schadhaften Stellen gepresst. Zum Abschluss wird die jeweilige Packer-Robotereinheit aus der sanierten Leitung entfernt.

Anwendungsbereich: Sanierung von Rohrverbindungen, Längs- und Querrissen sowie von Seitenzuläufen (Bereich der Einbindung von Hausanschlussleitungen an den jeweiligen Sammelkanal); Verwendung i.d.R. zur Sanierung von Abwasserleitungen aus Steinzeug, Beton- und Stahlbeton.

Werkstoffe: z.B. Methacrylat-, Acryl-, Polyurethan-, Epoxidharze und Injektionsmörtel.

3. Kurzlinerverfahren

Methode: Kurzliner bestehen aus flexiblen, mit Reaktionsharz getränkten Trägermaterialien. Durch Aushärten an der Schadensstelle entsteht eine mit der Kanalwandung festverklebte Innenschale begrenzter Länge. Das vor Ort mit Reaktionsharz getränkte Trägermaterial wird mittels Einbaugerät wie z.B. Packern durch vorhandene Schächte zur Schadensstelle transportiert, dort genau positioniert, an die Kanalwandung angepresst und – mit oder ohne Wärmezufuhr – in verfahrensbedingt vorgegebener Zeit zum Aushärten gebracht.

Anwendungsbereiche: lokal begrenzte Schadensbilder, d.h. Risse, Scherbenbildung, Brüche, Undichtigkeiten, auch Sanierung von kürzeren Rohrabschnitten.

Werkstoffe: z.B. Trägermaterialien aus Polyesternadelfilz oder Textilglasmatten; Epoxid-, Polyester-, Methacrylat- und Polyurethanharze.

4. Schlauchliningverfahren (Vor Ort härtendes Schlauch-Lining)

Methode: Ein flexibler, mit Kunstharz getränkter Nadelfilz- oder Glasfasergewebes Schlauch wird in geeigneter Weise in den zu sanierenden Kanalabschnitt (Altkanal) eingebracht, dort mittels Wasser- oder Luftdruck so positioniert, dass er formschlüssig an der Innenseite des Altkanals anliegt und - mit oder ohne Wärmezufuhr oder UV-Licht – in verfahrensbedingt vorgegebener Zeit zum Aushärten gebracht. Es entsteht so im Altkanal ein neues Rohr aus Kunststoff. Verfahrnsbedingt sind die Schläuche auf der Innen- und/oder Außenseite mit Schutzfolien ausgestattet.

Anwendungsbereich: Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitten aus Beton, Stahlbeton, Steinzeug, Faserzement, GFK, PVC-U, PEHD und Gusseisen sowie für Abwasserleitungen mit Eiprofilquerschnitten aus Steinzeug, Beton oder gemauertem Klinker, sofern der Querschnitt der zu sanierenden Abwasserleitung den verfahrensbedingten Anforderungen und den statischen Erfordernissen genügt.

Werkstoffe: z.B. Epoxid-, Polyester- und Vinylesterharze.

5. Hutprofiltechnik

Methode: Ein flexibler vorgefertigter Nadelfilz- oder Glasfaserschlauch mit angesetztem Kreisring wird i.d.R. vor Ort mit Kunstharz getränkt und mittels einer Roboter-Packereinheit an die Stelle des Seitenzulaufs eines Abwasserkanals bzw. -leitung gefahren. Dieses harzgetränkte Hutprofil wird mittels einer innenliegenden und mit Druckluft beaufschlagten Gummiblase vom Packer aus in die Hausanschlussleitung eingebracht, dabei gelangt die harzgetränkte Außenseite an die Innenseite der Hausanschlussleitung. Die dem Abwasser zugewandte Seite kann mit einer Schutzfolie versehen sein. Durch Druck in der Gummiblase wird der Hut an die Innenwand der Hausanschlussleitung und die Hutkrempe an die Wandung des Kanalrohres gepresst. Der Druck in der Gummiblase wird so lange aufrechterhalten, bis das Harz weitgehend gehärtet ist. Der Härtungsvorhang kann durch Warmwasserzirkulation oder Dampf unterstützt und damit beschleunigt werden. Zum Abschluss wird der Packer aus der sanierten Leitung entfernt.

Anwendungsbereich: Sanierung von undichten Seitenzuläufen (Bereich der Einbindung von Hausanschlussleitungen an den jeweiligen Sammelkanal) bzw. Wiederanschluss von Seitenzuläufen nach erfolgter Sanierung mittels Schlauchlinern, Noppenbahnlinern oder Close-Fit-Linern.

Werkstoffe: z.B. Trägermaterialien aus Glasfasermatten, Polyesterfasermatten; Epoxid- und Vinylesterharze.

6. Noppenbahnliningverfahren

Methode: Schadhafte Abwasserleitungen werden durch Einbringen vorkonfektionierter PE-HD-Liner und Verfüllen des Ringraumes mit Injektionsmörtel saniert.

Dazu wird in die schadhafte Leitung ein mit "Preliner" bezeichneter Schlauch aus Polyethylen (PEHD) eingezogen. In seinen Abmessungen entspricht dieser der Länge und dem Querschnitt der zu sanierenden Leitung. Der Preliner wird mittels Luftdruck bzw. Wasser an die Innenwand der zu sanierenden Leitung angepresst. Im aufgestellten Preliner wird ein mit Noppen besetzter und als "Inliner" bezeichneter aus PEHD bestehender weiterer Liner eingezogen. Die Noppen definieren einen Ringraum, der mit einem Injektionsmörtel verfüllt wird.

Anwendungsbereich: Sanierung von Abwasserleitungen aus Beton, Stahlbeton, Steinzeug, Faserzement, GFK, PVC-U, PEHD und Gusseisen, sofern die zu sanierenden Abwasserleitungen einen Kreisquerschnitt aufweisen und den verfahrensbedingten Anforderungen sowie den statischen Erfordernissen genügen.

Werkstoffe: z.B. PEHD-Bahnen, Injektionsmörtel.

7. Sanierung mittels vorgefertigter verformter Kunststoffrohre

Methode: Ein im Herstellwerk zwangsverformtes Kunststoffrohr wird in den zu sanierenden Kanalabschnitt eingebracht. Mittels Dampfbeaufschlagung wird das verformte Kunststoffrohr soweit gedehnt, dass es wieder seine ursprüngliche kreisrunde Form annimmt. Durch Drucksteigerung wird eine weitere Dehnung des Kunststoffrohrs bewirkt, so dass es sich an die Rohrwand der zu sanierenden Abwasserleitung nahezu formschlüssig anlegt.

Anwendungsbereich: Sanierung von Abwasserleitungen aus Beton, Stahlbeton, Steinzeug, Faserzement, Gusseisen, GFK, PVC-U und PEHD, sofern die zu sanierenden Abwasserleitungen einen Kreisquerschnitt aufweisen und den verfahrensbedingten Anforderungen sowie den statischen Erfordernissen genügen.

Werkstoffe: z.B. PEHD, PVC.

8. Einzelrohr-Lining

Methode: Einzelne im Herstellwerk gefertigte Kurzrohre werden in den zu sanierenden Kanalabschnitt eingebracht und dabei wasserdicht miteinander verbunden.

Anwendungsbereich: Sanierung von Kanälen aus allen üblichen Materialien.

Werkstoffe: z.B. PEHD, PVC-U, Steinzeug.

9. Berstliningverfahren

Methode: In die schadhafte Abwasserleitung wird ein dynamischer Berstkopf eingezogen. Dabei wird die vorhandene Leitung zerstört. Die Bruchstücke der zerstörten Leitung werden in den umgebenden Boden gedrückt. Beim Einziehen werden gleichzeitig Produktrohre, wie unter Punkt 8 beschrieben, nachgezogen und miteinander so wasserdicht verbunden, dass diese eine neue Abwasserleitung in der Trasse der bisherigen ergeben.

Anwendungsbereich: Ersetzen von Kanälen aus allen üblichen Materialien.

Werkstoffe: z.B. PEHD, PVC-U, Steinzeug.

3.2 Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller relevanten Inhaltsstoffe

3.2.1 Ermittlung aller Inhaltsstoffe

Für die Bewertung von Kanalsanierungsmitteln sind die Rezepturen gemäß dem DIBt-Muster-Stoffdatenblatt aller zur Anwendung kommender Komponenten und eine Kurzbeschreibung der Verfahrensweise sowie ggf. Reaktionsgleichungen vorzulegen.

3.2.2 Bewertung der Inhaltsstoffe

Anhand der Kenntnisse über die relevanten Inhaltsstoffe sind die in Stufe 2 zu ermittelnden Stoffe festzulegen. Ferner sind die geltenden Ausschlusskriterien (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Abs. 3.1) zu überprüfen:

- Werden die geltenden Verwendungsverbote und Beschränkungen für spezielle Stoffe eingehalten (z.B. Chemikalien-Verbotsverordnung)?
- Werden kanzerogene (R 45) (sofern sie nicht ausschließlich über den inhalativen Weg krebserzeugend wirken), mutagene (R 46) oder reproduktionstoxische Stoffe (R 60, R 61) aktiv eingesetzt? Bei Kunstharzsystemen darf z.B. kein Acrylamid eingesetzt werden, da Acrylamid gemäß

der Beschränkungsrichtlinie 76/769/EWG mit "krebserzeugend" und "erbgutverändernd" zu kennzeichnen ist.

In Lösungen, die bei Flutungsverfahren einzeln injiziert werden (d.h. sowohl Komponente 1 als auch Komponente 2), dürfen keinesfalls Stoffe, die nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG mit "N", "T+" und "T" gekennzeichnet werden müssen, enthalten sein.

Vor Stufe 2, nach Vorlage der Rezeptur und der Verfahrensweise ist der Prüfplan mit dem DIBt abzustimmen.

3.3 Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe

3.3.1 Praxisnahe Eluatherstellung

Anhand der ermittelten Inhaltsstoffe im Bauprodukt ist unter Berücksichtigung der Kenntnis des Entstehungsprozesses des Bauproduktes festzustellen, welche Stoffe unter Praxisbedingungen eluiert werden können. Zu deren Erfassung ist ein dafür geeignetes Elutionsverfahren anzuwenden. Eine Unterscheidung der Anwendung von Kanalsanierungsmittel in der gesättigten und in der ungesättigten Zone gemäß Tabelle I.1 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I) wird bei der Auswahl der Elutionsverfahren nicht gemacht, da Kanalrohre sowohl in der gesättigten als auch in der ungesättigten Zone eingebaut sein können. Da bestimmte Kanalsanierungsmittel erst während der Einbringung aushärten, ist außer dem Anwendungsfall B (wasserundurchlässig) gemäß Tabelle I.1 (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I) das Produkt nicht nur nach der Aushärtungsphase, sondern auch während ihr zu untersuchen.

Im Rahmen der Eluatherstellung sind von der Prüfstelle parallel geeignete technische Kenndaten des Bauprodukts zu untersuchen, diese sind als Identitätsnachweis in den Prüfbericht aufzunehmen.

Produkt während der Aushärtungsphase und am ausgehärteten Produkt

Für die Prüfung während der Aushärtung können folgende Verfahren (s. Anhang II-A) angewendet werden:

- Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung (s. Tabelle II-A.5)
- Technikumsversuch (s. Tabelle II-A.6)
- oder geeignetes anderes Prüfverfahren (die Eignung ist mit dem DIBt abzuklären)

Beim Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung und dem Technikumsversuch wird fraktionsweise Eluat abgezogen. Die Messwerte zu den Untersuchungsparametern während der Injektions- und Aushärtungsphase zeigen einen typischen Verlauf. Sie steigen kurz nach der Injektion stark an und fallen dann produktspezifisch auf die Ausgangswerte des unbelasteten Umströmungswassers ab. Letzteres ist eine notwendige Voraussetzung für die Umweltverträglichkeit. Dies gilt auch für den TOC (Summenparameter für die Gesamtheit der organischen Inhaltsstoffe). Die Eluatfraktionen, bei denen der TOC die höchsten Werte aufweist, werden mit TOC_{max} bezeichnet. Die Eluatfraktionen, bei denen der TOC auf den Wert des Ausgangswassers abgeklungen ist, werden mit $TOC_{Abkling}$ bezeichnet. Die Fraktionen der zeitlich aufeinander folgenden Eluate sind so zu nehmen, dass die Konzentrationen von TOC_{max} und $TOC_{Abkling}$ erfasst werden. Das Volumen der genommenen Proben und der Zeitpunkt der Probenahme nach Versuchsbeginn sind im Protokoll anzugeben. Für die Ermittlung der biologischen Parameter wird ein Mischeluat aus mehreren Eluaten mit maximalem TOC-Gehalt (TOC_{max}) und ein Eluat aus der Abklingphase des TOC-Verlaufs ($TOC_{Abkling}$) hergestellt. Die oben genannten Elutionsverfahren (Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung und Technikumsversuch) decken außer der Untersuchung der Aushärtungsphase auch die Untersuchung des ausgehärteten Produkts mit ab.

In Abhängigkeit des Verfahrens sowie des Anwendungsbereichs des Sanierungsverfahrens sind die in Tabelle II.3 angegebenen Elutionsverfahren zu verwenden.

Tabelle II.3: Elutionsmethoden in Abhängigkeit von dem Sanierungsverfahren

Verfahren	Elutionsmethode
Flutungsverfahren	nach einem mit dem DIBt abgestimmten Prüfplan (beinhaltet auch eine Bewertung der Komp. 1)
Spachtel- und Verpressverfahren Hausanschlüsse (Verpresstechnik)	II-A.5 oder II-A.6
Kurzlinerverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - wenn der Nachweis erbracht wurde, dass die aufgebrauchte Harzmenge nicht abtropft und das Harz bestimmungsgemäß bei Umgebungstemperatur aushärtet, reicht eine Bewertung nach Stufe 1 - II-A.7 (Ausnahme: Einbau des Systems nur oberhalb der wassergesättigten Zone)
Schlauchlinerverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - wenn eine Außenfolie zwischen dem Abwasserrohr und dem Schlauchliner eingebaut wird, reicht eine Bewertung nach Stufe 1 - ohne eine Außenfolie: II-A.7 (Ausnahme: Einbau des Systems nur oberhalb der wassergesättigten Zone)
Hutprofiltechnik	<ul style="list-style-type: none"> - wenn das Material bestimmungsgemäß bei Umgebungstemperatur aushärtet, reicht eine Bewertung nach Stufe 1 - II-A.7 (Ausnahme: Einbau des Systems nur oberhalb der wassergesättigten Zone)

Bei dem Noppenliningverfahren, der Sanierung mittels vorgefertigter Kunststoffbauteile, dem Einzelrohr-Lining sowie dem Berstliningverfahren reicht im Regelfall die Angabe der eingesetzten Materialien aus. Elutionsversuche sind nicht durchzuführen.

3.3.2 Stufe 2, 1. Schritt: Ermittlung und Bewertung der allgemeinen Parameter

3.3.2.1 Ermittlung der allgemeinen Parameter

Alle Eluate müssen auf die folgenden allgemeinen Parameter untersucht werden:

- pH-Wert⁷
- elektrische Leitfähigkeit
- Geruch
- Färbung, Trübung
- Neigung zur Schaumbildung

Bei den Eluatverfahren zur Untersuchung von Produkten während der Aushärtungsphase sind alle Eluate auf die oben genannten Parameter zu untersuchen.

3.3.2.2 Bewertung der allgemeinen Parameter

Die Ergebnisse sind dahingehend zu bewerten, ob schädliche Veränderungen des Grundwassers auftreten können. Auffälligkeiten können zum Ausschluss führen.

Die Eluate der Untersuchung von Produkten während der Aushärtungsphase werden nach folgenden Kriterien bewertet:

pH-Wert

Der pH-Wert im Eluat sollte 10 nicht überschreiten. Da auch ein pH-Wert von 10 dauerhaft nicht wünschenswert ist, muss der pH-Wert innerhalb von 28 Tagen auf den pH-Wert des Ausgangswassers abklingen. Bei höheren pH-Werten muss nachgewiesen werden, dass im Eluatversuch (Säulenversuch) nicht mehr als 0,1 mol/kg Produkt an OH⁻-Ionen in sieben Tagen ausgewaschen werden. Darüber hinaus muss erkennbar sein, dass keine unbegrenzte Freisetzung von Hydroxidionen aus dem Bauprodukt erfolgt, d.h. dass die pH-Wert-Zunahme abklingen und der pH-Wert des Prüfwassers in 28 Tagen wieder erreicht werden muss.

⁷ Ggf. kann es erforderlich sein, den pH-Wert eines frisch angemischten Injektionsgels (z. B. bei Flutungsverfahren oder Spachtel- und Verpressverfahren) zu bestimmen. Hierbei sollten keine pH-Werte > 10,5 auftreten.

Leitfähigkeit

Der in der Trinkwasserverordnung vorgegebene Wert von 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gilt als Richtwert. Eine Überschreitung dieses Wertes ist kein alleiniges Ausschlusskriterium. Höhere Werte müssen im Einzelfall bewertet werden.

Färbung, Trübung, Geruch, Neigung zu Schaumbildung

Treten im Eluat solche Auffälligkeiten auf, soll nach 28 Tagen wieder der Zustand des Ausgangswassers erreicht sein. Allerdings ist eine, auch nach 28 Tagen anhaltende geringe Veränderung des Eluats kein alleiniges Ausschlusskriterium.

3.3.3 Stufe 2, 2. Schritt: Ermittlung und Bewertung der stofflichen Parameter

3.3.3.1 Ermittlung der stofflichen Parameter

Alle Eluate (insbesondere die einzelnen Fraktionen der Eluatverfahren zur Untersuchung von Produkten während der Aushärtung) müssen auf den Summenparameter TOC untersucht werden. Die Eluate des Trogverfahrens und ausgewählte Eluatfraktionen oder Mischungen aus mehreren Eluatfraktionen der Eluate der Säulenversuche werden auf sonstige, aus der Rezeptur des Kanalsanierungsmittels ersichtlichen Stoffe, für die eine Geringfügigkeitsschwelle (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Anhang I-D) existiert, untersucht. Im weiteren sind ökotoxikologisch relevante Einzelstoffe, die über die Rezeptur bekannt sind oder von denen bekannt ist, dass sie entstehen können, auch wenn keine Geringfügigkeitsschwelle existiert, zu erfassen.

Eventuell sind bei der Ermittlung umweltrelevanter Stoffe auch Folgeprodukte, entstanden durch Veränderungen physikalisch-chemischer Parameter (z.B. des pH-Wertes), einzubeziehen.

3.3.3.2 Bewertung der stofflichen Parameter

Die ermittelten Stoffgehalte müssen die Geringfügigkeitsschwellen (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Anhang I-D) ggf. unter Berücksichtigung von Übertragungsfunktionen⁴ einhalten.

Die Eluate der Untersuchung von Produkten während der Aushärtungsphase werden zusätzlich nach den folgenden Kriterien bewertet:

- Der TOC-Gehalt muss innerhalb von 4 Wochen auf die Anfangskonzentration des umströmenden Wassers (Blindwert) abfallen.
- Der Natriumgehalt sollte wie der pH-Wert verlaufen. Wenn dies nicht der Fall ist, wäre eine Klärung dieses Vorganges notwendig.

3.3.4 Stufe 2, 3. Schritt: Ermittlung und Bewertung der biologischen Parameter

3.3.4.1 Ermittlung der biologischen Parameter

Wenn der gemessene TOC höher ist als der des eluierenden Wassers, sind folgende Wirkungstest mit allen Eluaten (d.h. TOC_{max} und $\text{TOC}_{\text{Abkling}}$) durchzuführen⁸: Daphnien-Test, Algen-Test, Leuchtbakterien-Lumineszenz-Test/Leuchtbakterien-Zellvermehrungshemmtest sowie ggf. umu-Test oder Ames-Test. Ist nach Kenntnis der Rezeptur mit dem Auftreten von mutagenen Stoffen während der Injektionsmaßnahme nicht zu rechnen, so kann der umu-Test bzw. der Ames-Test entfallen. Ferner wird jeweils der aerobe biologische Abbau ermittelt. Bei TOC-Werten $< 50 \text{ mg/l}$ muss der biologische Abbau nicht nachgewiesen werden, da in diesem Konzentrationsbereich keine aussagekräftigen Ergebnisse gewonnen werden.

Bei der Untersuchung von Spachtel- und Verpressverfahren ist Folgendes zu beachten:

- Bei Polyurethan-Systemen ist die Entstehung von aromatischen Aminen und/oder freien Isocyanaten zu untersuchen.

⁸ Wenn allerdings durch die Rezeptur die organischen Stoffe, die über den TOC erfasst werden, hinreichend bekannt sind und für diese organischen Stoffe Geringfügigkeitsschwellen existieren, kann in Rücksprache mit dem DIBt auf die Untersuchung und Bewertung der biologischen Parameter verzichtet werden.

3.3.4.2 Bewertung der biologischen Parameter

Die Prüfung der biologischen Tests muss ergeben, dass keine negativen Auswirkungen auf Boden und Grundwasser zu erwarten sind. Die biologischen Tests

- am Eluat des Trogversuchs und
- am Eluat der $\text{TOC}_{\text{Abkling}}$ -Phase und am Eluat der TOC_{max} -Phase aus dem Säulenversuch oder dem Technikumsversuch

müssen die Vorgaben der Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil I, Stufe 2, 3. Schritt) einhalten.

Die Inhaltsstoffe der Eluate müssen biologisch abbaubar sein. Mangelnde Abbaubarkeit ist kein alleiniges Ausschlusskriterium, sondern wird nur im Zusammenhang mit den Ergebnissen der biologischen Tests bewertet.

Elutionsverfahren

Tabelle II-A.1 Modifiziertes DEV-S4-Verfahren

Parameter		Prüfverfahren gemäß Norm, Richtlinie bzw. Literatur	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Probekörpermaße	unzerkleinertes Material Einwaage in Abhängigkeit von der Korngröße	LAGA Mitteilung 20 modifizierte DIN 38 414-4 (entspricht TP Min-StB Teil 7.1.1)	mineralische Baustoffe
Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis [l/kg]	10 : 1		
Art des Eluenten	demineralisiertes Wasser		
Dauer	24 Stunden		
Bewegungsart	schütteln		
Temperatur	Raumtemperatur		
Gefäß/Apparatur	Weithalsflasche		

Tabelle II-A.2 Versuch für Frischbeton [wird noch ergänzt]

Tabelle II-A.3 Standtest für Festbeton

Parameter		Prüfverfahren gemäß Norm, Richtlinie bzw. Literatur	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Probekörpermaße	Würfel mit Kantenlänge 100 mm	DAfStb-Richtlinie "Bestimmung der Freisetzung anorganischer Stoffe durch Auslaugung aus zementgebundenen Baustoffen" Teil 1	Bestimmung der Auslaugung aus zementgebundenen Baustoffen.
Flüssigkeits-/Oberflächenverhältnis [l/m ²]	80 : 1		
Art des Eluenten	entmineralisiertes Wasser		
Dauer	56 d 6 Eluate (Wechsel am 1., 3., 7., 16., 32. und Entnahme am 56. Tag)		
Bewegungsart	nicht rühren		
Temperatur	Raumtemperatur (20 ± 3) °C		
Gefäß/Apparatur	Behälter aus PE, PTFE oder Glas		

Tabelle II-A.4 Trogverfahren

Parameter		Prüfverfahren gemäß Norm, Richtlinie bzw. Literatur	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Probekörpermaße	Würfel mit Kantenlänge 100 mm	TP Min-StB Teil 7.1.2 LAGA EW 98T	zur Auslaugung von Mineralstoffen, Straßenbaustoffen, zementgebundenen Baustoffen
Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis [l/kg]	10 : 1		
Flüssigkeits-/Oberflächenverhältnis [l/m ²]	400 :1 (für Würfel mit Kantenlänge 100 mm)		
Art des Eluenten	entmineralisiertes Wasser		
Dauer	24 Stunden		
Bewegungsart	rühren mit motorbetriebenen Rührer		
Temperatur	Raumtemperatur 20-25 °C		
Gefäß/Apparatur	Probe im Siebeinsatz in einem Trog (Glasgefäß)		

Tabelle II-A.5 Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung

Parameter		Literatur, Norm, Richtlinie	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Prüfkörperabmessungen	1 l des zu prüfenden Materials wird im Sand in Säule eingebettet bzw. in den Sand injiziert	Qualitätsmanagement-Arbeitsanweisung "Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung"; 26.11.2003	Anwendung z.B. bei Bodeninjektionsmitteln, Kanalsanierungsmitteln, Schleierinjektionen
Flüssigkeits/Feststoffverhältnis			
Art des Eluenten	Trinkwasser		
Dauer	ca. 12 Tage (max. 28 Tage)		
Bewegungsart	kontinuierliche Umströmung (von unten nach oben) des im Sand eingebetteten Injektionskörpers, 4 l/h		
Temperatur	Raumtemperatur		
Gefäß/Apparatur	Zylinder aus Arcylglas (Durchmesser ca. 28 cm, Höhe 50 cm) gefüllt mit Feinsand		

Tabelle II-A.6 Technikumsversuch zur Beurteilung von Bodeninjektionsmitteln bzw. Kanalsanierungsmitteln

Parameter		Literatur, Norm, Richtlinie	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Prüfkörperabmessungen	Injektion der Probe in einen sandgefüllten Stahlzylinder (1 m Durchmesser, 2 m Höhe) bzw. in das in Sand eingebettet zu sanierende Kanalrohr	Prof. Stein Ruhr-Universität Bochum	Bodeninjektionsmittel, Kanalsanierungsmittel
Oberflächen/Flüssigkeitsverhältnis			
Art des Eluenten	demineralisiertes Wasser		
Dauer	erste Probeentnahme kurz nach der Injektion, zweite Probenahme zu einem späteren Zeitpunkt		
Bewegungsart	Umströmung des im Sand eingebetteten Injektionskörpers		
Temperatur	Raumtemperatur		
Gefäß/Apparatur	spezielle Apparatur		

Tabelle II-A.7 Trogverfahren

Parameter		Prüfverfahren gemäß Norm, Richtlinie bzw. Literatur	Anwendungsbereich, Bauprodukt, Bauphase
Probekörpermaße	Prüfplatten aus nichtrostendem Stahl, vollständig mit dem zu prüfenden Material überzogen	in Anlehnung an DIN EN 12873-2 (die Vorbehandlung der Prüfstücke (Spülen, Stagnation, Vorwaschen) entfällt)	Kanalsanierungsmittel
Flüssigkeits-/Oberflächenverhältnis [l/m ²]	10 : 1		
Art des Eluenten	entmineralisiertes Wasser		
Dauer	3 x 72 Stunden, aber kein Spülen		
Bewegungsart	ohne rühren		
Temperatur	Raumtemperatur 20-25 °C		
Gefäß/Apparatur	Gefäß aus z.B. Glas oder nichtrostendem Stahl		

Beschreibung der Modellrechnung

1 Allgemeines

Für die Bewertung der Auslaugung von Festbeton in Kontakt mit Grundwasser (s. Tabelle II.1) wurde eine praxisgerechte Modellrechnung durchgeführt. Im Folgenden werden die Grundlagen hierzu erläutert.

Bei der Bewertung der Auslaugung von Stoffen aus Beton müssen die Geringfügigkeitsschwellen (s. Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – Teil I, Abs. 2.1) eingehalten werden. Beim Einbau von Beton im Grundwasser ist der Ort der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwelle eine Grundwasserschicht in Kontakt mit der Oberfläche des betrachteten Bauteils.

Zu beachten ist, dass kurzzeitig erhöhte Konzentrationen in dünnen Grenzsichten wasserrechtlich nicht relevant sind. Es ist daher grundsätzlich zulässig, die auftretenden Konzentrationen sowohl kleinräumig als auch kurzzeitig zu mitteln. Die Auslaugung anorganischer Stoffe aus Beton geht mit zunehmender Kontaktzeit zurück. Daher fallen die Stoffkonzentrationen mit der Zeit und mit zunehmendem Abstand zum Bauteil ab. Für die Bewertung ist entscheidend, über welchen Zeitraum und über welche Kontaktgrundwasserschichtdicke die ermittelten Konzentrationen gemittelt werden können.

Die Kontaktgrundwasserkonzentrationen werden nicht unmittelbar aus einem Laborversuch hergeleitet, da die Randbedingungen, unter denen der Laborversuch durchgeführt wird, nicht die tatsächlichen Gegebenheiten der Praxis widerspiegeln. Für die Übertragung der Laborergebnisse auf reale Verhältnisse sind Modellbetrachtungen notwendig. Im Folgenden wird zusammenfassend erläutert, unter welchen Randbedingungen diese Prognose durchgeführt wird.

2 Prognose der Stoffkonzentrationen im Kontaktgrundwasser mit Hilfe von Rechenmodellen

Zur Prognose der Stoffkonzentration im Kontaktgrundwasser muss der Stoffeintrag bestimmt und das Modellgebiet definiert werden.

2.1 Berechnung des Stoffeintrags

Der Stoffeintrag entspricht der Freisetzung aus dem Beton. Bei den durchgeführten Modellrechnungen wurde eine diffusionskontrollierte Freisetzung angenommen. Dies kann anhand der Ergebnisse aus dem Langzeitstandtest (Tabelle II-A.3) überprüft werden, indem die ermittelte Auslaugrate J doppeltlogarithmisch über der Auslaugzeit t aufgetragen wird (s. Abbildung II-B.1).

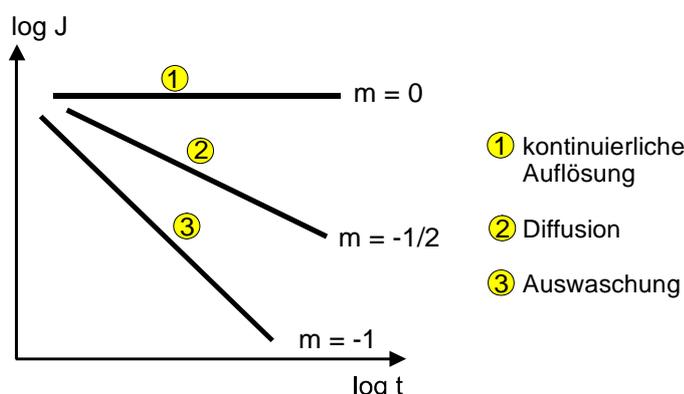


Abbildung II-B.1: Überprüfung des maßgeblichen Freisetzungsmechanismus

Bei diffusionskontrollierter Freisetzung gilt:

$$J(t) = C_{mo,0} \cdot \sqrt{\frac{D_e}{\pi \cdot t}}$$

$J(t)$: Auslaugrate in $g/(m^2d)$

$C_{mo,0}$: mobilisierbare Stoffmenge in g/m^3

D_e : effektiver Diffusionskoeffizient bei $T = 10 \text{ °C}$ in m^2/d

t : Zeit in d

Der effektive Diffusionskoeffizient wird aus den Ergebnissen des Standtests berechnet und die mobilisierbare Stoffmenge wird bei pH12 an gemahlene Proben ermittelt. Mit diesen Daten kann eine Wertetabelle für $J(t)$ erstellt werden, die in das Transportprogramm FEFLOW eingelesen werden kann, wobei die Auslaugrate noch durch Multiplikation mit der effektiven Porosität des Bodens auf Freisetzung im Grundwasser umgerechnet wird.

Ergibt sich eine steilere Steigung als $m = -0,5$, so stellt die Berechnung der Stoffkonzentration nach Diffusionsansatz eine Abschätzung auf der sicheren Seite dar.

2.2 Modellgebiet

Für die Durchführung der Simulation muss ein Modellgebiet festgelegt werden. Im Rahmen von [1] wurden einige Parametervariationen durchgeführt und mit der DIBt-Projektgruppe „Boden- und Grundwassergefährdung durch Baustoffe“ diskutiert. Die daraufhin ausgewählte Einbausituation ist in Abbildung II-B.2 dargestellt. Die Zeilen 1 bis 3 und 6 bis 7 der Tabelle II-B.1 geben die Grundfläche des Bauteils und die Eigenschaften des Grundwasserleiters wieder.

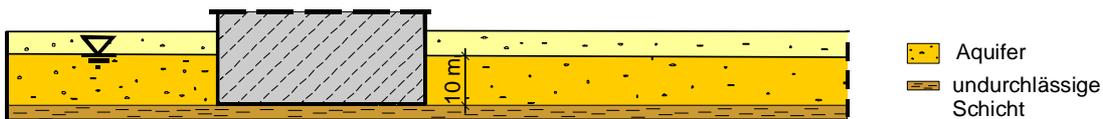


Abbildung II-B.2: Schnitt durch das ausgewählte Modellgebiet

Zur Anpassung an die neuen Geringfügigkeitsschwellen [2] wurden weitere Modellrechnungen durchgeführt [3]. Die Vorgaben zur Mittelung der Kontaktgrundwasserkonzentration wurden entsprechend Zeilen 3 und 4 festgelegt.

Tabelle II-B.1: Randbedingungen zur Prognose von Stoffkonzentrationen im Kontaktgrundwasser

Zeile	Parameter	Symbol	Einheit	Größe
1	Fläche des Bauteils	-	m^2	40 x 20
2	Durchlässigkeitsbeiwert; effektive Porosität	$k_f; n_e$	$m/s; -$	$10^{-4}; 0,1$
3	Grundwassergefälle	i	-	$1 \cdot 10^{-3}$
4	kleinräumige Mittelwertbildung im Kontaktgrundwasser	-	m	0 bis 2,0
5	Zeitspanne, über die zeitlich gemittelt wurde	-	Monate	6
6	Temperatur	T	$^{\circ}C$	10
7	Retardierung, chemischer oder biologischer Abbau	-	-	keine Retardierung, kein Abbau

Die Modellierung der Stoffausbreitung erfolgte am Beispiel des Elements Chrom. Die Ergebnisse wurden entsprechend auf andere Stoffe übertragen.

3 Festlegung von Richtwerten für den Laborversuch

Mit Hilfe der Ergebnisse der Modellierung der Stoffausbreitung im Grundwasser kann die zeitlich und räumlich gemittelte Konzentration im Kontaktgrundwasser berechnet werden (s. Abbildung II-B.3).

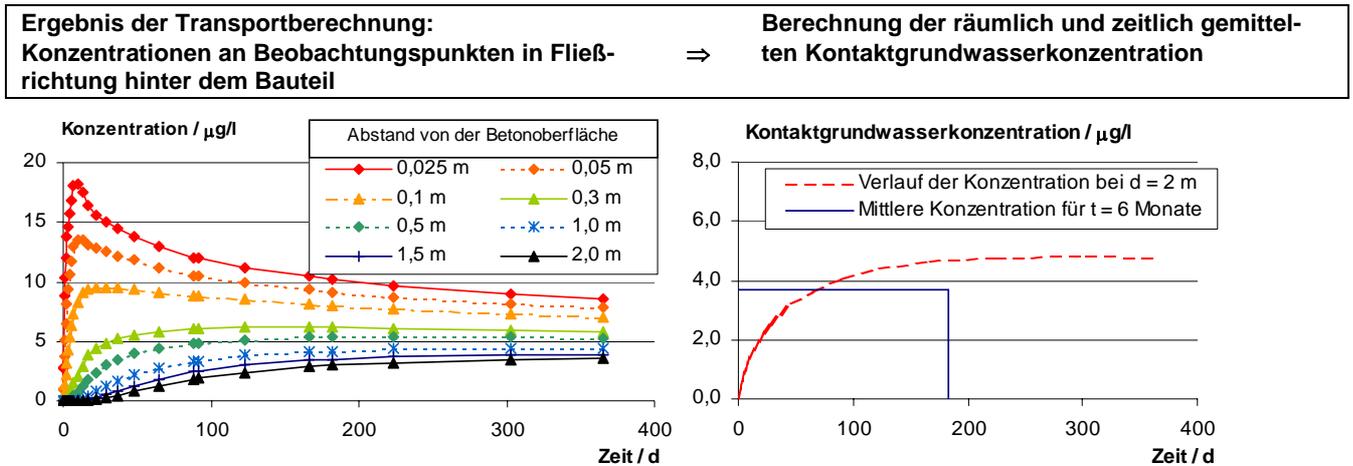


Abbildung II-B.3: Ermittlung der mittleren Kontaktgrundwasserkonzentration (Bsp. Chrom)

Durch die Modellierung diverser Betone konnte ein funktionaler Zusammenhang zwischen der gemittelten Kontaktgrundwasserkonzentration und der Freisetzung im Langzeitstandtest bestimmt werden. Mit Hilfe der ermittelten Geradengleichung konnte dann eine zulässige Freisetzung (E_{56}) für den Laborversuch abgeleitet werden, die der Geringfügigkeitsschwelle (GFS) entspricht (s. Abbildung II-B.4).

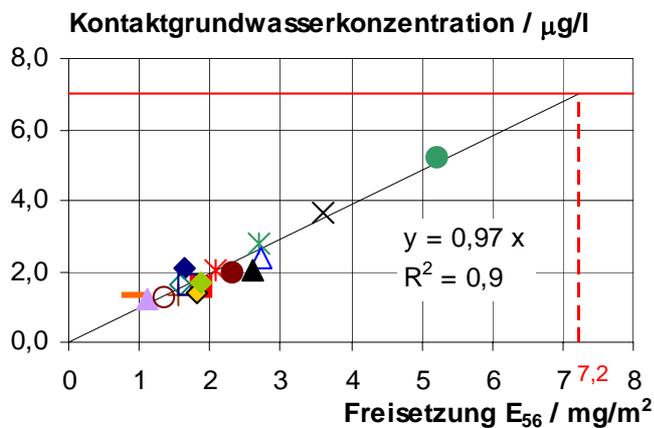


Abbildung II-B.4: Ableitung der zulässigen Freisetzung im Langzeitstandtest für das Element Chrom

$$E_{56} = GFS / 0,97 \quad \text{mit } E_{56} \text{ in } \text{mg/m}^2 \text{ und } GFS \text{ in } \mu\text{g/l}$$

d.h. die zulässige Freisetzungsrates im Langzeitstandtest beträgt bei einer GFS von 7 $\mu\text{g/l}$ für Chrom 7,2 mg/m^2 .

4 Literatur

- [1] Hohberg, I.: Charakterisierung, Modellierung und Bewertung des Auslaugverhaltens umwelt-relevanter, anorganischer Stoffe aus zementgebundenen Baustoffen. Berlin: Beuth. – In: Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton Nr. 542, 2003
- [2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser; LAWA: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser (Ausgabe Dez. 2004). Düsseldorf: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA, 2004
- [3] Brameshuber, W.; Vollpracht, A.: Modellrechnungen zur Untersuchung der Auswirkungen der neuen LAWA-Regelungen auf die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Beton. Aachen: Institut für Bauforschung, 2004/2005. – Forschungsbericht Nr. F 909

Grundsätze zur

Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser*

Teil III

Mai 2009

* Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (in der aktuellen Fassung abrufbar im Internet unter www.eur-lex.europa.eu) sind beachtet worden.

Impressum:

Herausgeber
Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -
Anstalt des öffentlichen Rechts
Kolonnenstrasse 30 B
10829 Berlin

Telefon (030) 7 87 30 - 0
Telefax (030) 7 87 30 - 320
E-mail dibt@dibt.de
www.dibt.de

Berlin

Redaktionsschluss: 15.05.2009

Diese Grundsätze gliedern sich in drei Teile. In Teil I wird das Konzept zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und hinsichtlich der Besorgnis einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften beschrieben. In Teil II wird das Bewertungskonzept an ausgewählten Bauprodukten konkretisiert. In Teil III werden die Analyseverfahren aufgelistet, die bei einer Bewertung von Bauprodukten nach Teil I und Teil II herangezogen werden sollen.

I N H A L T

TEIL III ANALYSEVERFAHREN

Tabelle 1: Aufschlussverfahren-----	2
Tabelle 2: Verfahren zur analytischen Bestimmung der allgemeinen Parameter am Eluat-----	2
Tabelle 3: Verfahren zur analytischen Bestimmung der organischen Parameter -----	3
Tabelle 4: Verfahren zur analytischen Bestimmung der anorganischen Parameter -----	3
Tabelle 5: Verfahren zur Bestimmung der biologischen Parameter-----	5

TEIL III ANALYSEVERFAHREN

Im Folgenden sind die in der Regel anzuwendenden Analyseverfahren aufgelistet, die der Beurteilung von Bauprodukten gemäß den Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser zugrunde gelegt sind. Sollen andere Verfahren zur Untersuchung herangezogen werden, ist nachzuweisen und zu dokumentieren, dass deren Ergebnisse mit den Ergebnissen der hier aufgelisteten Verfahren gleichwertig oder vergleichbar sind. Die Entscheidung hierüber wird im zuständigen Sachverständigenausschuss getroffen.

Tabelle 1: Aufschlussverfahren

Methoden	Verfahren
Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente	DIN ISO 11466
Aufschluss zur anschließenden Bestimmung der in Königswasser löslichen Anteile an Elementen in Abfällen	DIN EN 13657
Extraktion von Spurenelementen mit Ammoniumnitratlösung	DIN 19730

Tabelle 2: Verfahren zur analytischen Bestimmung der allgemeinen Parameter am Eluat

Parameter	Analyseverfahren
pH-Wert	DIN 38404-5
elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Geruch	DIN EN 1622
Färbung	DIN EN ISO 7887
Trübung	DIN EN ISO 7027
Neigung zur Schaumbildung	zu beschreiben

Tabelle 3: Verfahren zu analytischen Bestimmung der organischen Parameter

Parameter	Analyseverfahren
PAK	DIN ISO 13877
Naphthalin und Methylnaphthaline	DIN 38407-8
LHKW	DIN EN ISO 10301 DIN EN ISO 15680
Chlorethen (Vinylchlorid)	DIN 38413-2 DIN EN ISO 15680
PCB	DIN 38407-2 DIN EN ISO 6468 DIN 38407-3 DIN 38414-20
Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2
Alkylierte Benzole	ISO 11423-1 DIN 38407-9 ISO 11423-2
Benzol	DIN 38407-9
MTBE	DIN 38407-9
Phenole	ISO 8165-1 ISO 8165-2 analog DIN EN 12673 (F 15)
Nonylphenole	ISO 18857-1
Chlorphenole	DIN EN 12673 (F 15)
Chlorbenzole	EN ISO 10301 (F 4) DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-2
Epichlorhydrin	DIN EN 14207 (P 9)
TOC und DOC	DIN EN 1484

Tabelle 4: Verfahren zur analytischen Bestimmung der anorganischen Parameter

Parameter	Analyseverfahren
Antimon (Sb)	DIN 38405-32 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2
Arsen (As)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 11969 DIN EN ISO 17294-2

Teil III – Analyseverfahren

Fortsetzung Tabelle 4

Parameter	Analyseverfahren
Barium (Ba)	DIN EN ISO 11885 DIN 38406-28 DIN EN ISO 17294-2
Blei (Pb)	DIN EN ISO 11885 DIN 38406-29 DIN 38406-6
Bor (B)	DIN EN ISO 11885 DIN 38405-17 DIN EN ISO 17294-2
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 5961 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2
Chrom, gesamt (Cr _{gesamt} , Cr III)	DIN EN ISO 5961 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2
Chrom (Cr VI)	DIN 38405-24 DIN EN ISO 10304-3
Kobalt (Co)	DIN 38406-24 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2
Kupfer (Cu)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2 DIN 38406-7
Molybdän (Mo)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2
Nickel (Ni)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2 DIN 38406-11
Quecksilber (Hg)	DIN EN 1483 DIN EN 12338
Selen (Se)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2 DIN 38405-23
Thallium (Tl)	DIN EN ISO 11885 DIN 38406-26 DIN EN ISO 17294-2
Vanadium (V)	analog DIN EN ISO 5961 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2

Fortsetzung Tabelle 4

Parameter	Analyseverfahren
Zink (Zn)	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2 DIN 38406-8
Chlorid	DIN 38405-1 DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 10304-4 DIN EN ISO 15682
Cyanid, gesamt	DIN 38405-13 DIN 38405-14 DIN EN ISO 14403
Cyanid, leicht freisetzbar	DIN 38405-13 DIN 38405-14 DIN EN ISO 14403
Fluorid	DIN 38405-4 DIN EN ISO 10304-1/2
Sulfat	DIN 38405-5 DIN EN ISO 10304-1

Bei den in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten Analyseverfahren ist ggf. die Bestimmungsgrenze durch geeignete Maßnahmen oder eine geeignete gerätetechnische Ausstattung dem Untersuchungsziel anzupassen.

Tabelle 5: Verfahren zur Bestimmung der biologischen Parameter

Parameter	Methode
Aerobe biologische Abbaubarkeit	OECD-Guidelines 301 B Ready Biodegradability: CO ₂ Evolution Test oder DIN EN ISO 14852 bzw. OECD 301 F Ready Biodegradability: Manometric Respirometry Test oder DIN EN ISO 14851
Daphnien-Test	DIN 38412-30 DIN EN ISO 6341
Leuchtbakterien-Lumineszenz-Hemmtest	DIN EN ISO 11348-1 bis DIN EN ISO 11348-3
Leuchtbakterien-Zellvermehrungs-Hemmtest	DIN 38412-37
Algen-Test	DIN 38412-33
Fisch-Test	DIN 38412-31
Fischeitest	DIN 38415-6
umu-Test Ames-Test	DIN 38415-3 DIN 38415-4
Bestimmung der potentiellen Nitrifizierung – Schnellverfahren mittels Ammoniumoxidation	DIN ISO 15685