

**Gutachten zum Merkblatt des
Fachverbandes der Bauindustrie Österreichs
*„Verwendung von Böden als Schüttung“***

Entwurf

**Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie
(Fh-IUCT)
Auf dem Aberg 1
D-57392 Schmallenberg**

**Institutsleitung:
Prof. Dr. W. Klein**

**Gutachter:
Dipl.-Ing. Dr. P. Dreher**

Gliederung:

1	Vorbemerkung	3
2	Begriffe, Definitionen und Anwendungsgebiet des Merkblattes	4
2.1	Materialdefinitionen	4
2.1.1	„Technisch verwertbarer Bodenaushub“	4
2.1.2	„Schüttfähiger Boden“	5
2.1.3	„Standorteigener Boden“	6
2.2	Anwendungsgebiet	7
2.3	Anforderungen	8
2.4	Einbaukategorie	9
3	Defizite und empfohlene Regelungsinhalte	16
3.1	Begriffe und Definitionen.....	16
3.2	Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.....	16
3.2.1	Grenzwerte	16
3.2.1.1	Gesamtgehalte	16
3.2.1.2	Eluatgrenzwerte.....	28
3.2.2	Ergänzender Regelungsbedarf im Bereich der Anwendung	30
4	Zitierte Literatur	32

1 Vorbemerkung

Die Begutachtung des Merkblattes „Verwendung von Böden“ erfolgt mit dem Ziel, inhaltliche Schwerpunkte einer künftigen Überarbeitung zu kennzeichnen, ohne diese selbst auszuführen. Dabei geht es auftragsgemäß in erster Linie um Fragen hinsichtlich der Verträglichkeit der Regelungsinhalte (z.B. Grenzwerte) mit Zielsetzungen des vorsorgenden Umwelt- und insbesondere Bodenschutzes. Außerhalb der Betrachtung stehen bautechnische Anforderungen und verwaltungsspezifische Fragen der praktischen Anwendung (Punkt 6 des Merkblattes „Prüfungen und Kontrolle“), soweit sie nicht für die schadstoffseitige Beurteilung von Materialien (Punkt 6.1.2 b „Analytische Kontrolle“) relevant sind.

Kapitel 2 dient zunächst der Kommentierung des Merkblatttextes vor allem auf der begrifflichen Ebene. In Kapitel 3 erfolgt eine vertiefte Analyse und Kommentierung vor allem in bezug auf die Grenzwerte und Anwendungsbedingungen.

2 Begriffe, Definitionen und Anwendungsgebiet des Merkblattes

2.1 Materialdefinitionen

2.1.1 „Technisch verwertbarer Bodenaushub“

„Technisch verwertbarer Bodenaushub“ ist natürlich anstehendes und umgelagertes Locker- und Festgestein, das bei Baumassnahmen ausgehoben oder abgetragen wird und dessen Gehalt an inerten mineralischen Fremdbestandteilen sehr gering ist. Nicht zum technisch verwertbaren Bodenaushub gehört „Mutterboden“ (humoser Oberboden).“

Kommentar:

Mit dieser Definition wird zunächst eine Unterscheidung getroffen zwischen nicht-humosem Bodenmaterial, das von den Regelungen des Merkblattes erfasst wird und humosem Oberboden (Mutterboden), der nicht davon erfasst wird bzw. der von der Verwendung im Sinne des Merkblattes ausgeschlossen ist. Das Ziel besteht offensichtlich darin, humosere Materialien von der Verwertung im Sinne des Merkblattes, dessen Anwendungsgebiete überwiegend physikalisch-technische Anwendungen abzielt, auszuschließen. Für derartige Anwendungen sind organische Substanzen in größeren Mengen unnütz oder hinderlich.

Diese grundsätzliche Anforderung stützt sich auf weitgehend unklare oder nicht definierte Begriffe. Der Ausschluss von „Mutterboden“ bzw. humosem Oberboden stellt nicht sicher, dass das verwendete Material humusarm oder weitgehend humusfrei ist. Auch Unterböden können je nach Standort, Nutzung und Entstehung höhere Humusgehalte (ausgedrückt als TOC) oberhalb von 20.000 bzw. 30.000 mg/kg (vgl. Grenzwerte Merkblatt) aufweisen. Es wäre daher eine exakte bodenkundlich/ geologische Definition der Begriffe „Oberboden“, „Unterboden“ und „Untergrund“ (umfasst die Begriffe „Locker- und Festgestein“) in Verbindung mit einem Grenzwert für den Humusgehalt erforderlich. Es sollte deutlich gemacht werden, ob das Ziel primär die Aussonderung des aus bodenkundlicher Sicht höherwertigen Materials „Oberboden“ z.B. im Sinne von Ressourcenschonung ist oder ob lediglich der Eintrag von organischer Substanz bei entsprechenden Baumaßnahmen bzw. Anwendungsgebieten verhindert werden sollte. In letzterem Fall würde die Festlegung über den Parameter TOC genügen. In ersterem Fall ist eine deutlich detailliertere Definition der

betrachteten Materialien notwendig. Bei der Festlegung eines TOC-Grenzwertes (wie auch anderer) ist es allerdings grundsätzlich notwendig, die referenzierte und zu untersuchende Korngrößenfraktion zu definieren. Wird beispielsweise der TOC wie in der Bodenkunde üblich an der Siebfraction < 2 mm analysiert, werden die häufig in den gröberen Fraktionen enthaltenen organischen Bestandteile (z.B. Wurzeln) nicht erfasst. Dies kann im Einzelfall gerade bei Unterbodenmaterialien einen falschen (im Falle größerer Wurzelmasse zu geringen) Gehalt an organischer Substanz vortäuschen.

Der Begriff „technisch verwertbarer Bodenaushub“ impliziert die Einschränkung des Anwendungsgebietes auf technische Funktionen, die vom Gutachter mit Bezug auf die Definition des Anwendungsgebietes (Punkt 3. im Merkblatt) als physikalisch-technische Anwendungen aufgefasst werden. Diese Einschränkung kommt jedoch in der gewählten Definition nicht zum Ausdruck. Umgelagerte Lockergesteine können im Rahmen von Geländegestaltungsmaßnahmen auch bei Ausschluss von „Mutterboden“ grundsätzlich als Standraum für eine Pflanzendecke verwendet werden (z.B. nach Einarbeitung von Komposten). Aber auch bei Überdeckung des Schüttgutes mit einer „Kulturschicht“ bestehend aus „Mutterboden“ oder anderweitigem humusreicherem Material kann nach der vorliegenden Definition ein intensiver Kontakt der Pflanzenwurzeln mit dem gemäß dem Merkblatt eingesetztem Schüttgut keinesfalls ausgeschlossen werden.

Aus diesem Grund muss im Vorgriff auf spätere Ausführungen zu den schadstoffseitigen Anforderungen darauf hingewiesen werden, dass entsprechend der hier zugrundegelegten Materialdefinition die schadstoffseitigen Anforderungen an den Kriterien des vorsorgenden Bodenschutzes in einer umfassenden Auslegung zu beachten sind. Aus diesem Grund wird es seitens des Gutachters als sinnvoll erachtet eine Regelung zu treffen, die alle Bereiche (Untergrund, Unterboden, Oberboden einschließlich „Mutterboden“) einschließt. Eine generelle Einschränkung der zur betrachtenden Schutzgüter und Wirkungspfade z.B. auf den Grundwasserschutz (Vermeidung von Schadstoffauswaschungen), wie sie durch die Definition der Einbaukategorien impliziert wird, setzt eine deutlich präzisere und differenzierte Definition und Zuordnung von Einsatzbereichen, Nutzungen, Bodenqualitäten und vor allem Einbauszenarien (z.B. Überdeckungsstärken mit besonders hochwertigem Material bei pflanzenbaulicher Folgenutzung) voraus. Diese Problematik wird unter Kapitel 2.3 „Grenzwerte, Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes“ weiter vertieft.

2.1.2 „Schüttfähiger Boden“

„Schüttfähiger Boden im Sinne des Merkblattes ist Bodenaushub, der

- *die jeweils dem Einsatzzweck entsprechenden technischen Anforderungen erfüllt*

und

- *die jeweils der Einbaukategorie (gemäß Punkt 5) entsprechenden Grenzwerte der Tabelle 2 und 3 des Anhangs hinsichtlich des Gehaltes an eluierbaren Stoffen einhält*

und

- *die jeweils der Einbaukategorie (gemäß Punkt 5) entsprechenden Grenzwerte der Tabelle 1 des Anhangs hinsichtlich der Gesamtschadstoffgehalte einhält.“*

Kommentar:

Diese Definition ist in sich gut nachvollziehbar, wenngleich die Begriffswahl „schüttfähiger Boden“ nicht sehr aussagekräftig erscheint. Die enthaltenen Anforderungen gehen weit über das rein technische Kriterium der „Schüttfähigkeit“ hinaus. Auch die Abgrenzung zwischen „technisch verwertbarem Bodenaushub“ und „schüttfähigem Boden“ erscheint wenig substantiell und notwendig. Die Definition eines generellen Begriffes (z.B. „verwertbarer Bodenaushub“) unter Berücksichtigung aller relevanten Anforderungen und Kriterien (einschließlich Ausschlusskriterien wie „Mutterboden“) sollte u.E. ausreichend und eindeutig sein.

2.1.3 „Standorteigener Boden“

„Dabei handelt es sich um Boden, der direkt am Einsatzort oder in dessen näherer Umgebung gewonnen wurde und hinsichtlich seiner geochemischen Zusammensetzung und seiner anthropogenen Hintergrundbelastung dem Boden am Einbauort entspricht.“

Kommentar:

Diese Definition ist Grundlage für die Regelung der Verwertung von Böden mit erhöhter geogener/ anthropogener Hintergrundkonzentration in der Region der Entnahme. Der Begriff „standorteigen“ ist allerdings weniger glücklich gewählt, da jeder Boden einem Standort angehört und damit „standorteigen“ ist. Günstiger wäre es, in dem gewählten Begriff die eigentlich relevante Eigenschaft solcher Böden, nämlich ihren geogen/ anthropogen bedingt erhöhten Schadstoffgehalt zum Ausdruck zu bringen. In diesem Sinne empfiehlt sich ein

Begriff wie z.B. „geogen belastete Böden“ oder „Böden mit erhöhter Hintergrundkonzentration“. Um das „Unterbringen“ von anderweitig verunreinigten Böden (z.B. Altlastenmaterialien) unter dem Vorwand erhöhter Hintergrundkonzentrationen in einer Region zu vermeiden, sollte klar definiert werden, unter welchen Bedingungen (Stoffe, Konzentrationen, Regionen) die Begriffe „erhöhte Hintergrundkonzentration“ oder „geogen belastet“ auf verschiedene Böden korrekt verwendbar sind. Hierzu ist eine deutlich umfassendere Definition zu erstellen. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass dieser Bereich ein generell noch nicht vollständig gelöstes Problem darstellt. In anderen Regelwerken (z.B. Bundesbodenschutzverordnung und LAGA, 1994) wird die Problematik zwar explizit angesprochen, eine für die Anwendung in Vollzug und Praxis geeignete Regelung fehlt jedoch bislang.

2.2 Anwendungsgebiet

Das Anwendungsgebiet des Merkblattes richtet sich auf sämtliche technische Schüttungen und Hinterfüllungen sowie Anschüttungen zur Geländegestaltung im Zuge von Baumaßnahmen, welche mit Bodenaushubmaterial durchgeführt werden.

Kommentar:

Das Anwendungsgebiet wird mit dieser Formulierung sehr knapp umrissen. Die Formulierung legt wie bereits erwähnt nahe, dass die Anwendungen im Sinne des Merkblattes überwiegend im physikalisch-technischen bzw. bautechnischen Bereich liegen.

Im Rahmen einer Beratung von Vertretern des BMUJF und der österreichischen Bauindustrie am 25.10.1999 wurde seitens der Bauindustrie mitgeteilt, dass sich das o.g. Merkblatt nicht auf Fragen des offenen Einbaus von Bodenmaterialien in der Landschaft bezieht, sondern in der Regel nur für den geschlossenen Einbau beispielsweise unter Asphalt oder Bentonit-Dichtungsschichten Anwendung findet. Aus diesem Grund sind, entsprechend den Aussagen von 25.10.1999, auch keine Belange des vorsorgenden Bodenschutzes sowie des Grundwasserschutzes in den materialbezogenen Vorgaben (v.a. Grenzwerte) zu beachten bzw. umzusetzen.

Diese Information bzw. Sichtweise findet in dem genannten Merkblatt keinen adäquaten Ausdruck. Die Aussagen unter Punkt 3 „Anwendungsgebiet“ lassen durchaus weitergehende Einsatzbereiche zu. Beispielsweise geht aus der Formulierung „Geländegestaltung im Zuge von Baumaßnahmen“ keineswegs hervor, dass der Einsatz unter hydraulisch geschlossenen

Bedingungen zu erfolgen hat. Geländegestaltungen und Begrünungsmaßnahmen im direkten Umgebungsbereich von z.B. Großbauten oder Straßentrassen erfordern im Grundsatz keinerlei hydraulische Sicherung und machen die Berücksichtigung von Bodenschutzanforderungen in jedem Fall notwendig. Beispielsweise legt das Anwendungsgebiet „Verfüllungen von Materialentnahmestätten“ (vgl. Merkblatt Punkt „Kategorie 2“) keineswegs einen hydraulischen Abschluss an der Oberfläche nahe. Auch die unter Punkt „Kategorie 2“ im Merkblatt genannte Anwendung „erdbauliche Maßnahmen in Naturschutzgebieten“ passt in dieser Formulierung u. E. nicht zu der Vorgabe des geschlossenen Einbaus.

Auf die Definition der vier unterschiedlichen Einbaukategorien wird unten näher eingegangen. Es sei nur vorab darauf hingewiesen, dass diese Kategorien in erster Linie auf die Frage des Grundwasserschutzes bzw. der Vermeidung vertikaler Stoffausträge abzielen. Damit wird deutlich, dass die Autoren des Merkblattes ihrerseits von offenen Einbauszenarien ausgehen. Die genannten Beispiele zeigen, dass erheblicher Präzisionsbedarf für den Bereich „Anwendungsgebiet“ des Merkblattes festzuhalten ist.

2.3 Anforderungen

Kommentar:

Die unter diesem Punkt zusammengefassten Anforderungen stellen lediglich Bezüge zu Regelungsinhalten anderer Abschnitte (z.B. Einhaltung der Kategorien und Grenzwerte) her, so dass eine explizite Stellungnahme hier nicht erforderlich ist.

Präzisionsbedarf wird an dieser Stelle jedoch hinsichtlich des Vermischungsverbot mit Abfällen gesehen. Es ist klar zu definieren, welche Art von Abfälle ausgeschlossen werden; auch Boden bzw. Bodenmaterial fällt häufig unter den Abfallbegriff. Die unter dem Punkt 5 des Merkblattes jeweils bei den einzelnen Einbaukategorien auf 5 bzw. 10 Vol % festgelegte Begrenzung „inert mineralischer Fremdanteile“ legt nahe, dass bodenfremde Bestandteile, die i.d.R. Abfälle wie Baurestmassen sein werden, zulässig sind. In diesem Fall wäre eine Angabe in Massen % einfacher zu handhaben als Vol %. Sollte hingegen wirklich ein Vermischungsverbot mit bodenfremden Abfällen gemeint sein, so muss definiert werden, was unter „inerten mineralischen Fremdanteilen“ zu verstehen ist bzw. es sollte ein bodenkundlich/ geologisch nachvollziehbarer Begriff gewählt werden. Zentrale Begriffe wie „Boden“, „Abfall“ und „Fremdbestandteile“ sollten unter dem Punkt „Begriffsbestimmungen“ im Merkblatt abgehandelt werden.

2.4 Einbaukategorie

„Für den Einbau werden je nach Empfindlichkeit des Standortes und der Art des Einbaus 5 Kategorien unterschieden, denen jeweils eigene Qualitätsanforderungen zugeordnet sind.

Die Zuordnung des Standortes der Verwertung zu einer Einbaukategorie ist von einem unabhängigen Fachmann zu bestätigen.

In Gebieten, in denen die geogene Hintergrundbelastung über den Grenzwerten der jeweiligen Kategorie liegt, ist die Verwendung von standorteigenen Böden bis zu diesen höheren Werten möglich, sofern es zu keiner Verschlechterung des Ist-Zustandes in Form einer Erhöhung der Schadstoffmenge oder in Form einer erhöhten Auslaugbarkeit kommt.“

Kommentar:

Unter Punkt 5 des Merkblattes erfolgt die Definition Einbaukategorien als Grundlage für die Zuordnung von Standorten und entsprechenden (Schadstoff)Grenzwerten gemäß Tabelle 1 bis 3. Die dargestellte Vorgehensweise, also die Zuordnung von Standorten zu mehreren nach hydrogeologischen Gesichtspunkten definierten Einbaukategorien und die Verknüpfung mit Grenzwerten zielt auf die Vermeidung vertikaler Schadstoffausträge ab. Ähnliche Ansätze sind auch Bestandteil anderer Richtlinien mit ähnlichem Anwendungsbereich. Die Konzeption erfüllt jedoch aus folgenden Gründen (verkürzte Übersicht) nicht die Anforderungen, die aus Vorsorgegründen zu definieren sind (eine Vertiefung der genannten Punkte folgt in den folgenden Kapiteln).

- Die Einschränkung der Vorsorgeanforderungen auf die Frage der Vermeidung von Grundwasserbelastungen wird dem heutigen Stand des Wissens in bezug auf die möglichst umfassend zu erfüllenden Schutzerfordernisse von Mensch und Umwelt nicht gerecht. Die übrigen Wirkungspfade, insbesondere Boden → Mensch, Boden → Pflanze, Boden → Bodenorganismen, und damit zwingend auch die unterschiedlichen Folgenutzungen sollten in adäquater Weise berücksichtigt werden.
- Die Vorgabe der Standortbeurteilung durch einen unabhängigen Fachmann ist als alleinige Grundlage für eine fachgerechte Handhabung der Grenzwerte nicht ausreichend. Auch die Standortbeurteilung durch Personen mit entsprechendem Sachverstand sollte anhand einer nachvollziehbaren und dem Stand des Wissens entsprechenden Methodik erfolgen. Hierzu kann auf andere Regelwerke, insbesondere Normen, zurückgegriffen werden. Es muss beispielsweise klar definiert werden, welche Standortparameter mit welcher Begründung berücksichtigt werden. Um die hydrogeologische Empfindlichkeit eines Standortes zu beschreiben, sind neben bodenkundlich/ geologischen Parametern

auch Klimamerkmale wie Niederschlag, Temperatur von wesentlicher Bedeutung. Begriffe wie „wenig empfindlicher Standort“ unterliegen ohne eine Absicherung durch gemessene oder rechnerisch geschätzte Beurteilungsparameter der Gefahr beliebiger Verwendung.

- Die Beurteilung einer Verwertungsmaßnahme (Einbau von Böden) sollte die jeweiligen Materialeigenschaften berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Einbaukategorien 0 und 1, bei denen der Standort durch den bis zum Grundwasserkörper oder knapp darüber aufgetragenen Boden weitgehend überprägt werden kann.
- Die Regelung zur Verwertung von Böden mit geogen erhöhter Hintergrundbelastung unter der Maßgabe, dass eine Standortverschlechterung und eine Erhöhung der auslaugbaren Schadstoffmenge kommt, wird als grundsätzlich sinnvoll angesehen. Die Abgrenzung zwischen geogen und anderweitig belasteten Böden muss dabei eindeutig definiert werden (vgl. auch Kap. 2.1.3 „Standorteigener Boden“). Präziserungsbedürftig, da unklar und möglicherweise untereinander widersprüchlich, sind die Formulierungen im Kopftext von Kapitel 5 des Merkblattes (3. Absatz) und in der Textpassage zu „Kategorie 3“. Die Formulierung im erstgenannten Abschnitt legt die Interpretation nahe, dass geogen belastete „Standortböden“ am gleichen Standort immer eingesetzt werden dürfen, unabhängig von der Kategorisierung des Standortes und unabhängig von der Höhe des jeweiligen Schadstoffniveaus. In der zweiten Textpassage erfolgt dagegen eine Einschränkung hinsichtlich der Standort-/ Einbaukategorie (Stufe 3, also nicht 0, 1 oder 2) und der Höhe der Schadstoffkonzentration (bis zu den Grenzwerten der Kategorie 4).

Kategorie 0 „Uneingeschränkter Einbau“:

„Böden, die den Grenzwerten der Kategorie 0 entsprechen, können auch für Schüttungen unterhalb des höchsten, jemals gemessenen Grundwasserspiegels plus 21m (HHGW + 1) verwendet werden.

Die inerten mineralischen Fremdanteile dürfen maximal 5 Vol % betragen, sofern sie beim Aushub anfallen.“

Kommentar:

Die Formulierung macht deutlich, dass ausschließlich die Frage potentieller Grundwasserbelastungen betrachtet wird. Bei der Kategorie 0 ergeben sich aus dem Merkblatt keine Einschränkungen. Der Einbau kann unmittelbar im Grundwasserschwankungsbereich

erfolgen. Die Schadstoffgrenzwerte sind wie bei den anderen Kategorien nicht nach Nutzungen, Standort- oder Bodeneigenschaften differenziert. (Weiteres unter Kategorie 1)

Kategorie 1 „Offener, uneingeschränkter Einbau an empfindlichen Standorten oberhalb des Grundwasserspiegels (HHGW + 1)“:

„In wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten im Sinne der §§ 34,35,37,54 Wasserrechtsgesetz 1959 ist dieses Material für den Einbau geeignet.

Die inerten mineralischen Fremddanteile dürfen maximal 5 Vol % betragen, sofern sie beim Aushub anfallen.“

Kommentar:

Diese Vorgabe stellt keine präzise Beschreibung des vorgesehenen Einbauszenarios dar. Insbesondere die Abgrenzung gegenüber der Kategorie 0 ist nicht nachvollziehbar. Der Einbau bei HHGW + 1 an „empfindliche Standorten“ erfordert die gleichen Sicherheitsvorgaben wie der Einbau im Grundwasserschwankungsbereich. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Überdeckung des Grundwassers mit 1 m Standortboden eine wesentliche und dauerhafte Verringerung der Schadstoffkonzentrationen in dem aus dem eingebauten Material stammenden Sickerwasser durch Filterung, Sorption oder Abbau gewährleistet.

Generelle Bemerkung:

Generell ist festzuhalten, dass beim Einbau von Materialien und Böden in unmittelbarer Nähe der Grundwassers – entsprechend dem Einbauszenario von Kategorie 0 und 1 - die bodenkundlichen Standorteigenschaften am Einbauort in ihrer Bedeutung weitgehend in den Hintergrund treten. Insbesondere aus dem Blickwinkel der Abschätzung von Auswirkungen auf das Grundwasser gesehen, wird quasi ein neuer Standort bzw. ein vollständig neuer Bodenkörper zwischen Oberfläche und Grundwasser geschaffen. Die (sofern überhaupt vorhandene) Überdeckung mit Standortboden ist dann im Regelfall nicht mehr von großer Bedeutung. Diese Aussage wäre u.U. dann einzuschränken, wenn der das Grundwasser überdeckende Standortboden (mindestens 1 m bei Kategorie 1) eine stark tonig/ lehmige Textur besitzt und als hydraulische Sperre angesehen wird (was mit entsprechenden Kriterien zu belegen wäre). Von dieser Situation wird aber offensichtlich im Merkblatt nicht ausgegangen, sie wäre auch nicht kompatibel mit der Abstufung der

Empfindlichkeitscharakteristik, auf die sich die Einbaukategorien stützen. Zusammenfassend ist somit die Beurteilung der Empfindlichkeit eines Standortes unter den Gegebenheiten von Kategorie 0 und 1 in der Regel ausschließlich durch die Materialeigenschaften des einzubauenden Bodens definiert und darüber hinaus durch andere Standorteigenschaften wie insbesondere das Klima.

Die zu Beginn des Kapitels 5 im Merkblatt getroffene Regelung der Standortbeurteilung durch einen unabhängigen Fachmann sollte daher eine Beurteilung des Bodenmaterials, des Einbauszenarios und der zu erwartenden hydrogeologischen Situation nach dem Einbau (v.a. bei Kategorie 0 und 1) sein. Entscheidend für die Beurteilung einer Verwertungsmaßnahme ist vor allem auch die Beurteilung des einzubauenden Bodenmaterials selbst, vor allem im Hinblick auf dessen Sorptionsfähigkeit. Eine Differenzierung von Grenzwerten nach dem Grundwassergefährdungspotential sollte entsprechend auch auf Grundlage von Materialeigenschaften und Einbauszenarien erfolgen. Die Empfindlichkeit des Standortes bzw. des Standortbodens gewinnt bei größerem Grundwasserflurabstand der Einbausohle an Bedeutung. Die Relation des einzubauenden Bodens bzw. des künftigen Bodenkörpers zum Grundwasserkörper sollte für alle Kategorien klar definiert werden. Weitere notwendige Kriterien betreffend die relevanten Wirkungspfade, Schutzgüter und Folgenutzung werden unten diskutiert.

Kategorie 2 „Offener Einbau an durchschnittlich empfindlichen Standorten“:

„Darunter fallen Standorte und Anwendungen wie:

- *erdbauliche Maßnahmen in Naturschutzgebieten*
- *Wege- und Kleinstraßenbau in Regionen geringer anthropogener Kontamination (z.B. Forst- und Bergstraßen*
- *Verfüllungen von Materialentnahmestätten oberhalb des höchsten, jemals gemessenen Grundwasserspiegels plus 1 m*

Die inerten mineralischen Fremddanteile dürfen maximal 10 Vol % betragen, sofern sie beim Aushub anfallen.“

Kommentar:

Wie bei den anderen Kategorien fehlt eine klare Definition dessen, was die Empfindlichkeit eines Standortes ausmacht und wie sie zu bestimmen ist. Bei den Kategorien 2 bis 4 wird auf eine Angabe zur Relation Bodenkörper / Grundwasser ganz verzichtet, was gerade bei der

Definition geringerer Empfindlichkeitsstufen (bei Zulassung entsprechend höherer Schadstoffgrenzwerte) in besonderer Weise notwendig ist. Im Merkblatt sollte versucht werden, die Empfindlichkeit auf Merkmale mit wesentlichem Einfluss auf die hydrogeologischen Standorteigenschaften bzw. das Risiko von Stoffverlagerungen und Grundwassergefährdungen zu beziehen. Die hier getroffenen Festlegungen lassen jedoch keinen Bezug zu diesen Fragen erkennen. Es ist nicht nachvollziehbar, aus welchem Grund Naturschutzgebiete „durchschnittliche Empfindlichkeit“ aufweisen, welchen Zusammenhang es gibt zwischen der „geringen anthropogenen Kontamination“ im Zusammenhang mit dem Bau von Forstwegen und Bergstraßen und der Empfindlichkeit von Standorten. Die im dritten Anstrich formulierte Vorgabe „HHGW + 1“ ist nicht unterscheidbar von derjenigen zu Kategorie 1 (ebenfalls HHGW + 1). Die Bedeutung der Frage, ob es sich dabei um Verfüllungen von Materialentnahmestätten (Kat. 2) handelt, erschließt sich ebenfalls nicht. Anhand der Vorgaben lässt sich u.E. kein Szenario konstruieren, nach dem eindeutig die Grenzwerte der Kategorie 1 und nicht ebenso gut die der Kategorie 2 anzuwenden wären. Die Zulassung höherer Schadstoffanteile und inerter mineralischer Fremddanteile gegenüber Kategorie 1 lässt sich nicht auf Kriterien der Standortempfindlichkeit zurückführen.

Kategorie 3 „Offener Einbau an wenig empfindlichen Standorten“:

„Anhand der lokalen Situation ist eine Begründung abzugeben hinsichtlich der geringen Empfindlichkeit des Standortes (hydrogeologisch günstiger Standort).“

- *öffentliche Grünflächen (Parkanlagen), bis 0,5 m unterhalb der Oberfläche*
- *Sport- und Freizeitanlagen, bis 0,5 m unterhalb der Oberfläche*
- *Industrie- und Gewerbegebiete*
- *Verkehrsbauten und begleitende Erdbaumaßnahmen*
- *Erddämme*

An wenig empfindlichen Standorten, an denen die natürliche Hintergrundbelastung einschließlich der allgemein vorhandenen anthropogenen Zusatzbelastung über den Grenzwerten der Kategorie 3 liegt, ist die Verwertung von standort eigenem Boden bis zu Kategorie 4 möglich.

Die inerten mineralischen Fremdanteile dürfen maximal 10 Vol % betragen, sofern sie beim Aushub anfallen.“

Kommentar:

Auch hier gilt wie bei dem zu Kategorie 2 Ausgesagten, dass die genannten Standortbeispiele nicht geeignet sind, die hydrogeologische Empfindlichkeit von Standorten exemplarisch und übertragbar auf andere Situationen zu kennzeichnen und dadurch dem Anwender oder dem beurteilenden Fachmann als Beurteilungsgrundlage zu dienen. Wie bereits angesprochen, sind die exemplarisch genannten Anwendungen wie „Park- und Freizeitflächen“ oder „begleitende Baumaßnahmen“ in allen hydrogeologischen Standortsituationen denkbar und realisiert. Sie repräsentieren keine Situation, auf deren Grundlage Standortempfindlichkeiten zu definieren sind.

Bei der Kategorie 3 werden anhand der genannten Beispiele zusätzliche Kriterien eingeführt, die bei den übrigen Kategorien unberücksichtigt sind. Es wird einerseits eine Überdeckungsmächtigkeit von 0,5 m nur bei Park- und Freizeitanlagen und andererseits generell ein konkreter Nutzungsbezug als Anwendungsvorgabe definiert. Beide Kriterien stehen in keinem erkennbaren Zusammenhang mit Merkmalen, die ein Grundwassergefährdungspotential begründen oder ausschließen. Die Empfehlung, Böden der Kategorie 3 mit ihren bereits auf relativ hohem Niveau liegenden Schadstoffgrenzwerten für z.B. Industrieflächen, Verkehrsbauten oder Erdämme einzusetzen und gleichzeitig bei Nutzungen mit höherer Sensibilität z.B. Park- und Freizeitflächen (hier ist der direkte Wirkungspfad Boden → Mensch relevant) eine Überdeckung der eingebauten Erden der Kategorie 3 von mindestens 0,5 m („bis 0,5 m unterhalb der Oberfläche“) vorzusehen, deutet auf eine Erweiterung der Grundanforderungen auf andere Wirkungspfade und Schutzgüter als Boden → Grundwasser hin. Diese Erweiterung der Grundanforderungen ist grundsätzlich sinnvoll und notwendig, sie bedarf aber einer konkreten und differenzierten Umsetzung bezogen auf alle Kategorien. Die Notwendigkeit sowie die Mächtigkeit und Qualität (womit?) einer Überdeckung des eingebauten Bodens (0,5 m bei Park- und Freizeitflächen) sollte unter Berücksichtigung der verschiedenen Einbaukategorien begründet werden, um eine Anwendung auf andere als die genannten Bereiche zu ermöglichen.

Kategorie 4 „Geschlossener Einbau an wenig empfindlichen Standorten“:

„Anhand der lokalen Situation ist eine Begründung abzugeben hinsichtlich der geringen Empfindlichkeit des Standortes (hydrogeologisch günstiger Standort).“

Unter geschlossenem Einbau wird der Einbau unter einer gering wasserdurchlässigen Deckschicht verstanden (z.B. Asphalt- oder Betondecke oder mineralische Oberflächenabdichtung).

Die inerten mineralischen Fremdanteile dürfen maximal 10 Vol % betragen, sofern sie beim Aushub anfallen.“

Kommentar:

Beim geschlossenen Einbau kann die Vorsorgeanforderung wie im Merkblatt vorgesehen auf den Pfad Boden → Grundwasser reduziert werden. Die Ausführungen zu Kategorie 4 sollten jedoch die Anforderungen an die „geringe Wasserdurchlässigkeit“ und die hydrogeologische Standortssituation in möglichst präziser Form enthalten. Ersteres kann durch Verweis auf einschlägige Normen und Richtlinien erfolgen. Ohne die in Kapitel 3 folgende Diskussion der Schadstoffgrenzwerte vorwegzunehmen, wird an dieser Stelle bereits angemerkt, dass ein Schadstoffgehalt von beispielsweise 10 mg Cd / kg diesbezüglich einer sehr strengen Handhabung von Anforderungen bedarf. Hierzu gehören Kriterien wie Art und Mächtigkeit der Abdeckung, k_f -Werte oder zusätzliche Kulturschichten als Träger von Begrünungen und „Wasserpuffer“.

3 Defizite und empfohlene Regelungsinhalte

3.1 Begriffe und Definitionen

Die sehr kompakte Darstellungsweise im Merkblatt hat zur Folge, dass fachlich-inhaltliche, aber vor allem auch begriffliche Aspekte wenig ausgeführt sind. Auf fehlende oder unpräzise Begriffsdefinitionen wurde bereits unter verschiedenen Punkten (u.a. 1.1) hingewiesen. Von zentraler Bedeutung ist die abfallrechtliche Einordnung von Böden, insbesondere die Frage, unter welchen Umständen Böden dem Abfallbegriff unterliegen bzw. nicht unterliegen und in jeweils welchen Fällen das Merkblatt Anwendung finden soll. Die wechselnd verwendeten Begriffe „Verwertung“ und „Verwendung“ sollten mit dieser abfallseitigen Zuordnung von Böden in eindeutigen Zusammenhang gebracht und entsprechend benutzt werden. Unklar definiert ist weiterhin der Begriff „inerte mineralische Fremdbestandteile“ (siehe hierzu auch Kap. 2.3 „Anforderungen“).

3.2 Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes

3.2.1 Grenzwerte

3.2.1.1 Gesamtgehalte

Schadstoffseitige Grenzwerte für die Verwertung von ausgehobenem Bodenmaterial sollten grundsätzlich im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes festgelegt werden. Anders als im nachsorgenden Bodenschutz (Altlastenproblematik), der mit Prüf- und Maßnahmewerten einen konkreten Handlungsbedarf bei belasteten oder kontaminierten Böden kennzeichnet, sollte der Einbau von Bodenmaterial an anderer Stelle grundsätzlich nur dann erfolgen, wenn für das Bodenmaterial unter der vorgesehenen Nutzung und der spezifische Standortsituation am Einbauort grundsätzliche Unbedenklichkeit und Nachsorgefreiheit gegeben ist. Bei vorliegenden Belastungen von ausgehobenem Bodenmaterial muss sorgfältig abgewogen werden, ab welchem Belastungsgrad eine Beseitigung das umweltverträglichere Entsorgungsverfahren darstellt.

Der Vorsorgegedanke im Bodenschutz zielt auf die Erhaltung einer nachhaltigen potentiellen Nutzungsvielfalt ab. Von der Erfüllung eines umfassenden Vorsorgeanspruchs kann ausgegangen werden, wenn keine Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen zu besorgen ist. Gleichzeitig sollten sich die entsprechenden Bodenwerte an natürlichen

Hintergrundkonzentrationen von Böden orientieren. Hiervon kann in folgenden Fällen im Sinne der Zulassung höherer Grenzwerte abgewichen werden:

- wenn durch nachweislich geogene oder diffuse anthropogene Einflüsse bedingt lokal die Schadstoffkonzentrationen erhöht ist, dabei jedoch ein erhöhter Gehalt an mobilen oder mobilisierbaren Schadstoffen (Schwermetallen) nicht zu befürchten ist oder
- wenn nachhaltig gesichert bestimmte Wirkungspfade und Schutzgüter nicht betroffen sind (in diesem Fall sollte allerdings von „eingeschränkter Vorsorge“ oder „Vorsorge bezogen auf den Wirkungspfad z.B. Boden → Grundwasser“ gesprochen werden).

Neben diesen für eine Differenzierung von Grenzwerten zu berücksichtigenden Kriterien sollten die Eigenschaften des zu verwertenden Bodens (oder generell Abfalls) berücksichtigt werden, sofern diese die Bindung von Schadstoffen wesentlich beeinflussen. In diesem Sinne kommt es vorwiegend auf die Parameter Bodenart und pH-Wert (Schwermetalle) und Gehalt an organischer Substanz (organische Schadstoffe) an. Diese in der BBodSchV (D) im Bereich der Vorsorgewerte vorgenommene und bei Bachmann et al. (1998) fachlich erläuterte Differenzierung begründet sich im Falle der Schwermetalle mit den in folgender Reihe der Haupt-Bodenarten (gemäß Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, AG Boden, 1994) steigenden geogen bedingten Hintergrundkonzentration von Böden (Sand < Lehm / Schluff < Ton) sowie mit der in gleicher Richtung steigenden Sorptionskapazität der Böden. Mit steigendem Feinkornanteil (v.a. Ton) sinkt die Mobilität von Schwermetallen und damit die entsprechenden Risiken des Transfers in Lebewesen (v.a. Pfad Boden → Pflanze → Tier / Mensch) und angrenzende Umweltkompartimente (z.B. Grundwasser). In der vom BMUJF in Auftrag gegebenen Studie „Erden aus Abfällen“ (Abschluss im Frühjahr 2000) wird diese Konzeption aufgegriffen und für den speziellen Bereich Erden/ Böden im Hinblick auf die Bedingungen in Österreich weiterentwickelt.

Vorgehensweise bei der Überarbeitung der Grenzwerte (Gesamtgehalte):

Die Differenzierung der Grenzwerte sollte nicht wie im Merkblatt ausschließlich auf die Betrachtung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser abzielen. Eine umfassende und differenzierende Regelung sollte sich an folgenden Kriterien orientieren:

- Nutzungen (z.B. Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau, Rekultivierung)
- nutzungsbedingt relevante Wirkungspfade und Schutzgüter (Boden → Mensch / Pflanze / Tier / Bodenorganismen / Grundwasser)

- Standortverhältnisse (Hydrogeologie, Klima)
- Hintergrundkonzentrationen von Böden unter Berücksichtigung von Gebieten mit geogen/anthropogen erhöhten Gehalten
- Bodeneigenschaften (v.a. Bodenart)

Die unterschiedlichen Kategorien sollten sich durch Kombination dieser Kriterien ergeben, wobei sich die Abstufung der Grenzwerte aus einer unterschiedlichen Gewichtung der Kriterien ergibt. Zur Erläuterung des Prinzips wird nachfolgend ein Vorschlag für eine mögliche Charakteristik der Kategorien (weitere Abstufungen wären möglich) vorgestellt:

Kategorie 0:

- „unbelastetes Bodenmaterial“
- Grenzwerte: orientiert an Hintergrundwerten sowie an den Wirkungsschwellen (Schadstoffkonzentrationen) für alle Wirkungspfade
- Nutzung: langfristig, universell nutzbar
- Standort: offener Einbau an hydrogeologisch empfindlichen Standorten

Kategorie 0/G:

- „geogen oder diffus anthropogen belastetes Bodenmaterial“
- Grenzwerte: orientiert an Hintergrundwerten von Referenzgebieten unter Berücksichtigung mobiler und mobilisierbarer Schadstoffgehalte (wie Kategorie 0)
- Nutzung: langfristig, universell nutzbar
- Standort: offener Einbau an hydrogeologisch empfindlichen Standorten der Herkunftsregion

Kategorie 1:

- „Boden mit leicht erhöhten Schadstoffgehalten“
- Grenzwerte: orientiert an den Anforderungen des Grundwasserschutzes

- Nutzung: eingeschränkt auf weniger sensible Nutzungen (z.B. keine Nahrungsmittelproduktion)
- Standort: offener Einbau an hydrogeologisch empfindlichen Standorten

Kategorie 2:

- „Boden mit mäßig erhöhten Schadstoffgehalten“
- Grenzwerte: orientiert an den Anforderungen des Grundwasserschutzes
- Nutzung: eingeschränkt auf weniger sensible Nutzungen (z.B. keine Nahrungsmittelproduktion)
- Standort: offener Einbau an hydrogeologisch weniger empfindlichen Standorten

Kategorie 3:

- „Boden mit erhöhten Schadstoffgehalten“
- Grenzwerte: pragmatische Festlegung
- Nutzung: Unterbauten von Straßen u.ä.
- Standort: geschlossener Einbau an hydrogeologisch unempfindlichen Standorten

Eine entsprechende Systematik wäre zu hinterlegen mit einer ausführlichen und vollständigen Definition der verwendeten Kriterien, insbesondere zu den Bereichen

1. Nutzung, Wirkungspfade, Schutzgüter,
2. Standortsituation (hydrogeologische Empfindlichkeit,
3. technische Sicherungsmaßnahmen,
4. Materialeigenschaften der Böden und
5. geogene Belastung.

Zu 1. Nutzung:

Die Verknüpfung von mit Kategorien bzw. Grenzwerten beschriebenen Bodenqualitäten mit verschiedenen Nutzungen (z.B. Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau, Rekultivierung)

dient der differenzierten Berücksichtigung von Wirkungspfaden und Schutzgütern (Boden → Mensch / Pflanze / Tier / Bodenorganismen / Grundwasser). Daher muss bei der Grenzwertfestlegung zunächst systematisch dargestellt werden, bei welcher Nutzung welche Wirkungspfade und Schutzgüter relevant sind. Das Merkblatt sollte für die verschiedenen Kategorien nicht einzelne Nutzungen exemplarisch benennen, sondern möglichst alle denkbaren Nutzungen benennen und jeweils ausgeschlossene Nutzungen explizit auflühren.

Zu 2. Standortsituation (Hydrogeologie, Klima)

Das Kriterium „Standortsituation“ ist vor allem im Hinblick auf das Grundwassergefährdungspotential von Bedeutung. Hier bedarf es nachvollziehbarer und anerkannter Kriterien und Methoden (Messung, qualifizierte Schätzung) der hydrogeologischen und klimatischen Standortcharakterisierung. Die Anwendung und Interpretation dieser Methoden erfordert den Einsatz ausgewiesener Fachleute, die alleinige Anforderung fachlicher Qualifikation des Gutachters ohne nachvollziehbare Begutachungskriterien kann jedoch nicht als ausreichend angesehen werden.

Nachfolgend wird eine Auswahl möglicher Kriterien angegeben, die in geeigneter Kombination für die Standortbeurteilung eingesetzt werden können. Die verwendeten Kriterien sollten beschrieben und z.B. anhand von Beispielsszenarien im Sinne von „Empfindlichkeiten“ (gering, mittel, hoch) bewertet werden.

- Niederschlagshöhe und -verteilung
- Sickerwasserspende
- Austauschhäufigkeit des Bodenwassers
- Qualität, Mächtigkeit und flächenhafte Ausdehnung von natürlichen Sperrschichten oberhalb des Grundwasserleiters
- Mächtigkeit der Bodenauftragung in Relation zur Mächtigkeit des Standortbodens oberhalb des Grundwassers
- Filter-/ Bindungsvermögen des anstehenden und des aufzutragenden Bodens

Zu 3. Technische Sicherungsmaßnahmen

Im Hinblick auf die hier vorgeschlagene Kategorie 3 (bzw. 4 im Merkblatt) ist klar zu definieren, was als „geschlossener“ Einbau zu gelten hat und welche baulichen Anforderungen damit verbunden sind. Die Formulierung im Merkblatt legt nahe, dass bei

entsprechenden Bauformen ein wenn auch geringer Sickerwasseraustrag stattfindet. Entsprechend sind Kriterien wie Dichtmaterialien (Beton, Bitumen, Ton, Bentonit), Schichtdicken oder K_f -Werte als Obergrenze für den Übergang vom geschlossenen zum offenen Einbau zu definieren. Weiterhin können ergänzende bauliche Maßnahmen wie die Aufbringung einer zusätzlichen pflanzentragenden Kulturschicht als Wasserspeicher (Puffer) gefordert werden, um gerade bei nicht vollständiger Abdichtung das Sickerwasservolumen zu reduzieren.

Zu 4. Materialeigenschaften der Böden

Wie bereits angesprochen, sollten die Eigenschaften der verwendeten Böden als Differenzierungsmerkmal in die Beurteilung aufgenommen werden. Dies gilt insbesondere für die für den uneingeschränkten Einbau zugelassene Kategorie 0. Da insbesondere bei Schwermetallen wie Cd bereits bei relativ geringen Gesamtgehalten in sandigen (leichten) Böden erhöhte mobile Anteile und entsprechend der Transfer in Pflanzen und angrenzende Umweltkompartimente auftreten können (Bachmann et al., 1998), sind ohne eine Berücksichtigung der Bodenart extrem strenge Grenzwerte (Annahme des ungünstigsten Falles „leichter Boden“) unvermeidlich. Bei Verwendung differenzierter Werte können Böden mit höherem Feinkornanteil (schwerere Böden) auch bei relativ höheren Gesamtgehalten unbedenklich verwertet werden. Bei den übrigen Kategorien wäre eine Bodenartendifferenzierung ebenfalls sinnvoll, für eine Festsetzung abgesicherter Grenzwerte ist der derzeitige Kenntnisstand jedoch noch unzureichend.

Ein insbesondere für die Schwermetallmobilität sehr bedeutender Faktor ist der pH-Wert. Häufig bewegt sich das pH-Spektrum von ausgehobenen Böden im Bereich zwischen pH 6 und 7,5. In diesem Bereich ist u.E. keine gesonderte Berücksichtigung der pH-Werte erforderlich. Bei stärker sauren Materialien wird eine Anpassung der Grenzwerte notwendig.

Zu 5. Geogene Belastungen

Hintergrund der Problematik geogener Belastungen ist einerseits die Forderung, für natürliche Böden jeglicher Herkunft eine Verwertung zuzulassen und andererseits die Befürchtung, dass „geogene Belastung“ als Rechtfertigung für die Unterbringung kontaminierter Materialien missbraucht werden kann. Aus diesem Grund ist klar zu definieren, in welchem Fall Boden dieser Kategorie zuzuschreiben ist und unter welchen Bedingungen dieses Material verwertet werden darf.

Der Nachweis geogen bedingt erhöhter Schadstoffkonzentrationen kann über die Ausweisung entsprechender Herkunftsgebiete geführt werden. Den klar definierten Gebieten sollte zugewiesen werden, welche Metalle jeweils erhöht sein dürfen und bis zu welchem Konzentrationsniveau. Die Unbedenklichkeit hinsichtlich erhöhter Anteile mobiler und mobilisierbarer Anteile sollte einmalig belegt worden sein.

Im Falle erhöhter anthropogener Belastungen ist den entsprechend ausgewiesenen Regionen ebenfalls ein Schadstoff- und Konzentrationsniveau zuzuweisen. Zur klaren Abgrenzungen gegenüber Altlasten und sonstigen punktuellen Kontaminationen ist dabei entscheidend, dass es sich um diffuse, langfristig in der Regel über den Luftpfad eingetragene und flächenhafte Belastungen handelt. Der Nachweis, dass erhöhte Anteile mobiler oder mobilisierbarer Schadstoffe nicht zu befürchten sind, sollte im Falle der anthropogenen Belastungen mit besonderer Sorgfalt geführt werden. (Anmerkung: Der Gutachter ist sich im Klaren darüber, dass sich die Vorgehensweise in der Frage der geogenen/ anthropogenen Belastungen nur sehr bedingt auf vorhandene Konzepte abstützen kann. In diesem Bereich ist weiterführender F&E-Aufwand zu kennzeichnen.)

Die Aufbringung geogen/ anthropogen belasteter Böden sollte wie im Merkblatt vorgesehen nur in den jeweiligen Herkunftsgebieten erfolgen. Die Beeinträchtigung von natürlichen Bodenfunktionen muss ausgeschlossen sein. Damit wird dem Grundsatz der „Nichtverschlechterung“ von Standorten entsprochen.

Vorschläge für die Überarbeitung der Grenzwert:

Im Rahmen der zuvor dargestellten bzw. im Merkblatt auszuführenden Vorgaben können die Grenzwerte, hinterfragt und ggfs. erneut festgelegt werden. Der Begriff „Kategorie“ versteht sich nach dieser Herleitung allerdings nicht mehr wie im Merkblatt als „Einbaukategorie“, sondern allgemeiner als „Verwertungskategorie“.

Bei der Überarbeitung der Grenzwerte sollte grundsätzlich gelten, dass die Zulassung höherer Grenzwerte als es dem „Vorsorgeniveau/ Hintergrundniveau“ entspricht einer besonders sorgfältigen und fachlich gut abgestützten Vorgabe hinsichtlich der Nutzungsbeschränkungen, der Materialeigenschaften (Mindest-pH-Wert z.B. 6,5) und der hydrogeologischen Empfindlichkeit des Einbaustandortes bzw. des Einbauszenarios bedarf, um schädliche Auswirkungen mit ausreichender Sicherheit ausschließen zu können.

Als Vergleichsgrundlage für eine Überarbeitung wird auf die folgenden Regelwerke verwiesen (in der Studie „Erden aus Abfällen“ findet sich zu diesen Regelwerken eine kurze Beschreibung):

- Deponieverordnung (1996)
- Studie „Erden aus Abfällen“ im Auftrag des BMUJF
- Bundesbodenschutzverordnung (D) (1999)
- DIN 19731 (1998) Bodenbeschaffenheit. Verwertung von Bodenmaterial.
- LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (1994): Technische Regeln - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen.

Die wesentlichen Charakteristika und Grenzwerte der Regelwerke finden sich in den Tabellen 1 und 2. Auf die Bundesbodenschutzverordnung und die DIN 19731 wird hier nicht explizit bezug genommen, da die darin enthaltenen Konzepte grundsätzlich bereits in der Studie „Erden aus Abfällen“ aufgenommen wurden.

Tabelle 1: Charakteristika der Grenzwertkategorien verschiedener Regelwerke

Vorsorgeziel	umfassend	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt
Nutzung	jede	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt
Standort hydrogeol. Empfindlichkeit	sehr empfindlich	sehr empfindlich	durchschnittlich empfindlich	wenig empfindlich	unempfindlich
Einbau	offen	offen	offen	offen	geschlossen
Quelle					
Merkblatt	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4
LAGA	Z 0	Z 1.1	Z 1.2*	Z 1.2*	Z 2
Studie „Erden“	A	B	B**	B**	-

* Die Unterscheidung des Merkblattes in durchschnittlich und wenig empfindlich ist bei der LAGA nicht getroffen.

** In der Studie „Erden“ ist eine Differenzierung nach hydrogeologischen Standortempfindlichkeiten nicht erfolgt, da dies nur in Verbindung mit expliziten Anwendungsvorgaben sinnvoll ist. Letzteres wie auch die im geschlossene bautechnischen Verwendung Bereich war nicht Gegenstand der Studie.

Tabelle 2: Zusammenstellung relevanter Grenzwerte

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cr	Hg
	mg/kg TS bzw. mg/kg (Merkblatt)							
Merkblatt Bauindustrie								
K 0	1	60	50	100	300	20	100	0,5
K 1	2	100	100	150	500	50	300	0,5
K 2	2	100	100	150	500	50	300	1
K 3	4	200	200	500	1000	100	500	2
K 4	10	500	500	500	1500	200	500	3
LAGA								
Z 0*	0,6	40	40	100	120	20	50	0,3
Z 1.1	1	100	100	200	300	30	100	1
Z 1.2	3	200	200	300	500	50	200	3
Z 2	10	600	600	1000	1500	150	600	10
Studie „Erden“ Typ 1 **								
Schadstoffklasse A (Typ 1)								
<i>Sand</i>	0,3	15	10	30	40	7	20	0,1
<i>Schluff / Lehm</i>	0,7	30	30	50	100	11	40	0,3
<i>Ton</i>	1,1	40	50	70	140	14	70	0,7
Schadstoffklasse B (Typ 1)								
<i>alle Bodenarten</i>	1,1	60	55	100	300	30	90	0,7

* Die Kategorie Z 0 der LAGA befindet sich derzeit in der Überarbeitung. Es ist vorgesehen, die Werte an die Vorsorgewerte der Bundesbodenschutzverordnung anzupassen. Letztere sind konzeptionell in der Studie „Erden aus Abfällen“ Schadstoffklasse A aufgenommen.

** Bei Erden des Typs 1 handelt es sich um Bodenmaterial, im Gegensatz zu Erden, die aus Nicht-Boden-Abfällen hergestellt werden (Typ 2). In der Studie „Erden aus Abfällen“ wurde ein Grenzwertvorschlag für die Schadstoffklasse B zunächst nur für Erden aus Nicht-Boden-Abfällen (Typ 2) erarbeitet. Die Anwendung dieser

Grenzwerte auf Böden (Typ 1) wird aber empfohlen. Alle vorgeschlagenen Grenzwerte stellen die um 30 % reduzierten („Spielraum“ für unvermeidliche Einträge) Vorsorgewerte dar. Es wird in der Studie auch die Verrechnung eines geringeren Abschlages (z.B. 10 %) mit einem entsprechenden Ansteigen der Grenzwerte diskutiert.

Für die Überarbeitung der Grenzwerte werden folgende Vorgaben vorgeschlagen:

Kategorie 0 (neu und Merkblatt):

Für die Kategorie 0 werden die nach Bodenarten (Sand, Schluff/Lehm, Ton) differenzierten Grenzwerte gemäß Schadstoffklasse A (vgl. Studie „Erden aus Abfällen“ im Auftrag des BMUJF) empfohlen. Eine Orientierung an der Kategorie Z 0 der LAGA wäre ebenfalls zu diskutieren, allerdings befindet sich diese derzeit in der Überarbeitung. Es ist vorgesehen, die Werte an die Vorsorgewerte der Bundesbodenschutzverordnung anzupassen. Letztere sind konzeptionell in der Studie „Erden aus Abfällen“ Schadstoffklasse A aufgenommen.

Kategorie 0/G (neu):

Die Grenzwerterstellung sollte in Abhängigkeit gebietsbezogener Hintergrundgehalte erfolgen. Die vorhandenen Regelwerke gehen auf diese Problematik im Grundsatz ein. Ein anwendbares Verfahren fehlt jedoch bislang (Näheres zur Erarbeitung entsprechender Grenzwerte findet sich in der Studie „Erden aus Abfällen“).

Kategorie 1 (neu und Merkblatt):

Diese Kategorie würde der Schadstoffklasse B gemäß der Studie „Erden aus Abfällen“ entsprechen. Auch bei der Ableitung dieser Schadstoffklasse stand der Wirkungspfad Boden → Grundwasser bei Annahme ungünstiger bodenkundlicher und hydrogeologischer Bedingungen im Mittelpunkt. Eine weitere Vergleichsmöglichkeit stellt die Kategorie Z 1.1 der LAGA dar, bei deren Einhaltung auch unter ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen davon auszugehen ist, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten. Deutlich eingeschränkt gegenüber der Kategorie Z 0 ist hier die Nutzung (wenig sensible Nutzungen).

Kategorie 2 (neu, entsprechend Kategorie 2 und 3 Merkblatt):

Die Grenzwerte der Kategorie 2 sollten ausgehend von Kategorie 1 bzw. Schadstoffklasse B der Studie „Erden“ abgeleitet werden. Der Unterschied zu letzteren sollte sich mit einer hydrogeologisch günstigeren Situation begründen. Zur Orientierung können die Einbaubedingungen der Werte Z 1.2 des LAGA-Regelwerks herangezogen werden. Hier wird als Bedingung eine Grundwasserüberdeckung mit einer mindestens 2 m mächtigen Deckschicht aus Schluff, Lehm oder Ton sowie ein erhöhter Erosionsschutz gefordert. Gleichzeitig darf im Sinne des Verschlechterungsverbotes eine Aufbringung nur auf bereits belastetes Material der Klasse > Z 1.1 erfolgen.

Eine weitere Unterteilung in „durchschnittlich“ und „wenig empfindliche Standorte“ wie sie im Merkblatt (Kat. 2 und 3) vorgesehen ist, erscheint fachlich schwierig zu handhaben.

Kategorie 3 (neu, Kategorie 4 Merkblatt):

Die exakten Ableitungsgrundlagen für die Festlegung der Grenzwerte für den geschlossenen Einbau im Merkblatt sowie der LAGA-Richtlinie (Z 2-Werte) sind dem Gutachter nicht im Detail bekannt. Die Zielsetzung besteht in beiden Fällen darin, schädliche Einflüsse auf das Grundwasser zu vermeiden. Bei den für den offenen Einbau vorgesehenen Werten (Erden Klasse B, LAGA Z 1) durch eine Limitierung der Gesamtkonzentration in Verbindung mit hydrogeologischen Vorgaben (z.B. Merkblatt und LAGA z 1.2) erreicht werden soll, wird die entscheidende Schutzwirkung bei den Klasse Z 2 bzw. Kategorie 4 u.E. im wesentlichen durch eine weitgehende Unterbindung der Sickerwasserbildung (geschlossener Einbau) erreicht. Insofern steht hier weniger die Grenzwertfrage als vielmehr die Frage der technischen Sicherungsmaßnahmen im Mittelpunkt, wenn gleich eine Begrenzung der Schadstoffkonzentrationen aus grundsätzlichen Vorsorgeerwägungen geboten ist. Zu ersterem wurde oben bereits Stellung genommen.

Technische Hinweise weiterer Regelungsbedarf zu Gesamtgehalten:

1. Im Zusammenhang mit der Grenzwertbeurteilung fällt auf, dass die Gesamtgehalte (Konzentrationen) nicht auf „Trockenmasse Boden“ (mg/kg TM) bezogen sind. Diese ungewöhnliche Vorgabe sollte begründet oder korrigiert werden. (Der Gutachter geht davon aus, dass es sich um einen redaktionellen Fehler im Merkblatt handelt.)
2. Im Bereich der labortechnischen Vorgaben für die analytische Kontrolle (Punkt 6.1.2 b) sollte auf die Probenaufbereitung näher eingegangen werden. Je nach dem, ob vor der Zerkleinerung und Analyse die in der Bodenkunde übliche Siebung auf die Fraktion < 2 mm (Feinboden) durchgeführt wird oder der Boden nach abfallanalytischer Praxis

zusammen mit den Grobbestandteilen (Skelett) aufgemahlen wird, ist u.U. mit potentiell in beide Richtungen differierenden Ergebnissen zu rechnen. Hier ist eine eindeutige Festlegung erforderlich, auf welche labortechnische/ analytische Verfahrensweise die Grenzwerte anzuwenden sind. Eine Vereinheitlichung und Klärung ist vor allem auch deshalb notwendig, da gerade bei Böden beide Methodiken (Bodenkunde und Abfallbewertung) routinemäßig angewendet werden und häufig unterschiedlich entstandene Daten unkritisch verglichen werden. Diese Angaben sind ausdrücklich auch für die „inerten mineralischen Fremddanteile“ auszuführen. Die Vorgehensweise der Probenahme und –aufbereitung ist einerseits von Bedeutung für die Beurteilung der Schadstoffkonzentrationen und andererseits auch für die Gehalte an TOC. Bei letzterem ist festzulegen, ob beispielsweise Wurzeln abgesiebt oder in der Analyse miteingefasst werden sollen.

3. Der bereits angesprochene Faktor „pH-Wert“ sollte in jedem Fall mit einer Regelung versehen werden, da die mit Schwermetallgrenzwerten festgelegte Sicherheit hinsichtlich des Transfers in Organismen und angrenzende Umweltkompartimente nur innerhalb relativ enger pH-Wertgrenzen (etwa 6.0 – 8) gegeben ist. In der Regel dürfte diese Spanne bei Bodenaushub eingehalten werden, Ausnahmen sind z.B. bei Waldböden zu erwarten. Dennoch wird die wenig kostenintensive Überprüfung des pH-Wertes empfohlen.

3.2.1.2 Eluatgrenzwerte

In Tabelle 3 findet sich eine Zusammenstellung der Eluatgrenzwerte von Merkblatt und LAGA. Gut vergleichbar sind die Kategorien K 0 und Z 0, K 1 und Z 1 sowie K 4 und Z 2. In diesem Vergleich fällt auf, dass jeweils die Werte der LAGA mit wenigen Ausnahmen strenger, in keinem Fall weniger streng sind. Die Abweichungen liegen etwa gleich häufig unter Faktor 2 und darüber.

Zur Bewertung der Grenzwerte ist festzuhalten, dass die verwendete Elutionsmethode (Feststoff / Wasserverhältnis 1 / 10 entsprechend DIN 38414-T4 bzw. ÖNORM S 2115) mit einer relativ starken Verdünnung der Schadstoffkonzentrationen im Vergleich zu Elutionsverfahren mit engeren (in bezug auf die Bodenlösung realistischeren) Feststoff-/ Wasserverhältnissen verbunden ist. Die in hydrogeologisch sehr empfindlichen Bereichen (Einbau im oder nahe des Grundwassers gemäß K 0 und K 1) notwendige Vorhersage und Beurteilung der in der eingebauten Bodenschicht entstehenden und mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit unverändert auf das Grundwasser einwirkenden Boden- bzw. Sickerwasserkonzentration ist mit diesen Methoden nur eingeschränkt möglich. Aus dieser

methodischen Sichtweise sind die auf die Methode 1/10 (ÖNORM S 2115) bezogenen Grenzwerte der LAGA und insbesondere im Merkblatt im Grundsatz als relativ hoch einzuschätzen. Eine Alternative zur Anpassung von Grenzwerten wäre eine Änderung der Elutionsmethode in Richtung eines engeren Feststoff-/ Wasserverhältnisses (z.B. 1 / 2). Diese Möglichkeit wird in der Studie „Erden aus Abfällen“ ausführlich diskutiert.

Es wäre empfehlenswert, seitens der Autoren des Merkblattes die Ableitungsgrundlagen beider Richtlinien (Merkblatt und LAGA) zu vergleichen und davon die Entscheidung einer Anpassung der Grenzwerte abhängig zu machen.

Tabelle 3: Vergleich von Eluatgrenzwerten

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Cr	Hg
	mg/kg TS							
Merkblatt Bauindustrie								
K 0	0,03	0,5	0,5	0,3	10	0,3	0,3	0,005
K 1	0,05	1,0	1,0	0,5	10	0,5	0,5	0,01
K 2	0,05	2,0	1,0	1,0	20	0,5	1,0	0,01
K 3	0,05	5,0	1,0	1,0	20	0,75	1,0	0,02
K 4	0,5	10	2,0	2,0	30	0,75	2,0	0,05
LAGA *								
Z 0	0,02	0,5	0,4	0,2	1	0,1	0,15	0,002
Z 1.1	0,02	0,5	0,5	0,4	1	0,1	0,3	0,002
Z 1.2	0,05	1,5	1,5	1,0	3	0,4	0,75	0,01
Z 2	0,1	3,0	2,0	2,0	6	0,6	1,5	0,02

* Die LAGA-Eluatgrenzwerte werden angegeben in [µg/l]. Für eine bessere Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten im Merkblatt wurde auf [mg/kg TM] umgerechnet. Dabei wird das in der LAGA-Richtlinie

festgeschriebene Feststoff / Wasserverhältnis von 1 / 10 zugrunde gelegt (entsprechend DIN 38414-T4 bzw. ÖNORM S 2115). Als Umrechnungsfaktor ergibt sich: $\mu\text{g/l} : 100 = \text{mg/kg TM}$.

3.2.2 Ergänzender Regelungsbedarf im Bereich der Anwendung

Neben den auftragsgemäß vor allem auf den stofflichen Bodenschutz (Schadstoffproblematik) gerichteten Schwerpunkten dieses Gutachtens sollten bei einer Überarbeitung des Merkblattes zusätzlich folgende Aspekte berücksichtigt werden.

Bei der Aufbringung von Böden sollte grundsätzlich ein neuer Bodenkörper entstehen, der in seiner Schichtung und Struktur mit natürlichen Standortböden vergleichbar ist. Hierzu zählt die Erstellung eines geschichteten Aufbaus mit Oberbodeneigenschaften in der obersten Schicht und Unterboden- bzw. Untergrundeigenschaften in den darunter liegenden Schichten. Ein wichtiges Kennzeichen einer solchen Struktur ist ein von oben nach unten sich verringernder Kohlenstoff- und Nährstoffgehalt. Insbesondere der Gesamtvorrat (Konzentration X Bodenmasse) an Stickstoff sollten unter Berücksichtigung kurz- und langfristig mobiler und mobilisierbarer Anteile soweit limitiert sein, dass eine Belastung des Grundwassers mit Nitrat auszuschließen ist. Daher sollte ein Konzentrationsgradient von oben nach unten im Profil entstehen und der oben vorhandene und von der Vegetation erreichbare Vorrat sollte sich an den Entzügen der Folgekultur bzw. Begrünung orientieren. Erhebliche Überschüsse an Nährstoffen sind als Umweltgefährdung einzustufen. Entsprechendes gilt auch für Phosphat, wobei hier der hauptsächlich relevante Austragspfad vom Oberboden in Richtung Oberflächengewässer zu sehen ist. Mit Vorgaben für einen geschichteten Profilaufbau kann die Festlegung pauschaler und dann extrem restriktiver Stickstoff-, Phosphat und Kohlenstoff-Grenzwerte vermieden werden.

Die Herstellung geschichteter Bodenkörper gibt außerdem die Möglichkeit, Böden unterschiedlicher Qualität (Kategorie) zu verwerten. Beispielsweise kann eine obere Schicht sehr hoher Qualität (K 0) unterlegt sein von Material der Qualität K 1. Dadurch steht die Oberfläche für sehr sensible Nutzungen zur Verfügung, während der geschaffene Untergrund lediglich den Anforderungen des Grundwasserschutzes zu genügen hat. Voraussetzung hierbei ist allerdings, dass definierte Mindestmächtigkeiten (z.B. 2 m) in diesem Beispiel der oberen Schicht einzuhalten sind, um den Schadstofftransfer aus der unteren Schicht in die Pflanzen mit hinreichender Sicherheit ausschließen zu können.

Zu den notwendigen Aufbringungsregeln zählt weiterhin die Berücksichtigung der Kompatibilität von anstehendem Standortboden und aufzubringendem Boden. Grundsätzlich

sollte dabei beachtet werden, dass hiermit keine Verschlechterung des Standortes einhergeht. Von einer Verschlechterung ist auszugehen, wenn beispielsweise ökologisch wertvolle oder fruchtbare Böden von ökologisch „ärmeren“ Materialien überdeckt werden (extremes Beispiel: fluviatiler Sand über Schwarzerde) oder wenn die Bearbeitbarkeit oder generell die landwirtschaftliche Nutzbarkeit eingeschränkt wird. Im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes sollte aber auch der Schutz von Böden auf Grund ihrer Seltenheit oder bodenkundlichen Besonderheit beachtet werden.

Schließlich sollten Aufbringungsregeln sicherstellen, dass der Boden nicht durch mechanische Belastungen, insbesondere Verdichtungen geschädigt wird. Dies kann durch Festlegung der Auftragsstärke in einem Arbeitsgang, der Auftragsreihenfolge von Schichten, der Berücksichtigung von Feuchtigkeit und Witterung und durch adäquaten Maschineneinsatz erreicht werden.

4 Zitierte Literatur

Bachmann, G., C.-G. Bannick, E. Giese, F. Glante, A. Kiene, R. Konietzka, F. Rück, S. Schmidt, K. Terytze, D. von Borries (1998) Fachliche Eckpunkte zur Ableitung von Bodenwerten im Rahmen des Bundes-Bodenschutzgesetzes. Reihe „Bodenschutz und Altlasten“ Bd. 4, Erich-Schmidt Verlag Berlin, ISBN 3 503 04383 7.

DIN 19731 (1998) Bodenbeschaffenheit. Verwertung von Bodenmaterial. Beuth Verlag, Berlin

LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (1994): Technische Regeln - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen.