

DIN EN ISO 17402



ICS 13.080.01

**Bodenbeschaffenheit –
Anleitung zur Auswahl und Anwendung von Verfahren für die
Bewertung der Bioverfügbarkeit von Kontaminanten im Boden und in
Bodenmaterialien (ISO 17402:2008);
Deutsche Fassung EN ISO 17402:2011**

Soil quality –

Requirements and guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials (ISO 17402:2008); German version EN ISO 17402:2011

Qualité du sol –

Lignes directrices pour la sélection et l'application des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité des contaminants dans le sol et les matériaux du sol (ISO 17402:2008); Version allemande EN ISO 17402:2011

Gesamtumfang 48 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 17402:2008 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ erarbeitet und als EN ISO 17402:2011 durch das Technische Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ übernommen, dessen Sekretariat vom NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 119-01-02-02 UA „Chemische und physikalische Verfahren“.

Es wird empfohlen, bei den Arbeiten nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6341	siehe DIN EN ISO 6341
ISO 8692	siehe DIN EN ISO 8692
ISO 10253	siehe DIN EN ISO 10253
ISO 11074	siehe E DIN ISO 11074
ISO 11267	siehe DIN ISO 11267
ISO 11268-1	siehe DIN ISO 11268-1
ISO 11268-2	siehe DIN ISO 11268-2
ISO 11269-2	siehe DIN ISO 11269-2
ISO 11348-1	siehe DIN EN ISO 11348-1
ISO 11348-2	siehe DIN EN ISO 11348-2
ISO 11348-3	siehe DIN EN ISO 11348-3
ISO 14238	siehe DIN ISO 14238
ISO 14240-1	siehe DIN ISO 14240-1
ISO 14240-2	siehe DIN ISO 14240-2
ISO 15175	siehe DIN EN ISO 15175
ISO 15685	siehe DIN ISO 15685
ISO 15799	siehe DIN ISO 15799
ISO 15800	siehe DIN ISO 15800
ISO 15952	siehe DIN EN ISO 15952
ISO 16387	siehe DIN ISO 16387
ISO 16712	siehe DIN EN ISO 16712
ISO 17155	siehe DIN ISO 17155
ISO 17512-1	siehe DIN ISO 17512-1
ISO/TS 17924	siehe DIN ISO/TS 17924
ISO 19258	siehe DIN EN ISO 19258
ISO 20963	siehe DIN EN ISO 20963
ISO/TS 21268-1	siehe DIN SPEC 1128 (DIN ISO/TS 21268-1)
ISO/TS 21268-2	siehe DIN SPEC 1129 (DIN ISO/TS 21268-2)
ISO/TS 21268-3	siehe DIN SPEC 1130 (DIN ISO/TS 21268-3)
ISO/TS 21268-4	siehe DIN SPEC 1131 (DIN ISO/TS 21268-4)
ISO 22030	siehe DIN EN ISO 22030
ISO 23753-1	siehe DIN EN ISO 23753-1
ISO 23753-2	siehe DIN EN ISO 23753-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6341, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Hemmung der Beweglichkeit von Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) — Akuter Toxizitäts-Test*

DIN EN ISO 8692, *Wasserbeschaffenheit — Süßwasseralgen-Wachstumshemmtest mit einzelligen Grünalgen*

DIN EN ISO 10253, *Wasserbeschaffenheit — Wachstumshemmtest mit marinen Algen Skeletonema costatum und Phaeodactylum tricornutum*

DIN EN ISO 11348-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) — Teil 1: Verfahren mit frisch gezüchteten Bakterien*

DIN EN ISO 11348-2, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) — Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien*

DIN EN ISO 11348-3, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) — Teil 3: Verfahren mit gefriergetrockneten Bakterien*

DIN EN ISO 15175, *Bodenbeschaffenheit — Ermittlung von Kennwerten des Bodens hinsichtlich des Wirkungspfades Boden – Grundwasser*

DIN EN ISO 15952, *Bodenbeschaffenheit — Wirkungen von Schadstoffen auf Jungtiere von Landschnecken — Bestimmung der Wirkungen auf das Wachstum durch Bodenverunreinigung*

DIN EN ISO 16712, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der akuten Toxizität mariner Sedimente oder von Sedimenten aus Flussmündungsgebieten gegenüber Amphipoden*

DIN EN ISO 19258, *Bodenbeschaffenheit — Leitfaden zur Bestimmung von Hintergrundwerten*

DIN EN ISO 20963, *Bodenbeschaffenheit — Auswirkungen von Schadstoffen auf Insektenlarven (Oxythyrea funesta) — Bestimmung der akuten Toxizität*

DIN EN ISO 22030, *Bodenbeschaffenheit — Biologische Verfahren — Chronische Toxizität in höheren Pflanzen*

DIN EN ISO 23753-1, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden — Teil 1: Verfahren mit Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)*

DIN EN ISO 23753-2, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden — Teil 2: Verfahren mit Iodotetrazoliumchlorid (INT)*

E DIN ISO 11074, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch*

DIN ISO 11267, *Bodenbeschaffenheit — Hemmung der Reproduktion von Collembolen (Folsomia candida) durch Bodenschadstoffe*

DIN ISO 11268-1, *Bodenbeschaffenheit — Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer (Eisenia fetida/Eisenia andrei) — Teil 1: Bestimmung der akuten Toxizität*

DIN ISO 11268-2, *Bodenbeschaffenheit — Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer (Eisenia fetida/Eisenia andrei) — Teil 2: Bestimmung der Wirkung auf die Reproduktionsleistung*

DIN ISO 11269-2, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf die Bodenflora — Teil 2: Wirkung von Schadstoffen auf Saataufgang und Wachstum höherer Pflanzen*

DIN ISO 14238, *Bodenbeschaffenheit — Biologische Verfahren — Bestimmung der Stickstoffmineralisierung und -nitrifizierung in Böden und der Einflüsse von Chemikalien auf diese Prozesse*

DIN ISO 14240-1, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden — Teil 1: Substrat-induziertes Respirationsverfahren*

DIN ISO 14240-2, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden — Teil 2: Fumigations-Extraktionsverfahren*

DIN ISO 15685, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der potentiellen Nitrifizierung und Hemmung der Nitrifizierung — Schnellverfahren mittels Ammoniumoxidation*

DIN ISO 15799, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung zur ökotoxikologischen Charakterisierung von Böden und Bodenmaterialien*

DIN ISO 15800, *Bodenbeschaffenheit — Charakterisierung von Böden im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden – Mensch*

DIN ISO 16387, *Bodenbeschaffenheit — Wirkung von Schadstoffen auf Enchytraeidae (Enchytraeus sp.) — Bestimmung der Wirkung auf die Reproduktionsleistung und das Überleben*

DIN ISO 17155, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Abundanz und Aktivität der Bodenmikroflora mit Hilfe von Atmungskurven*

DIN ISO 17512-1, *Bodenbeschaffenheit — Vermeidungsprüfung zur Bestimmung der Bodenbeschaffenheit und der Auswirkungen von Chemikalien auf das Verhalten — Teil 1: Prüfung von Regenwürmern (Eisenia fetida und Eisenia andrei)*

DIN ISO/TS 17924, *Bodenbeschaffenheit — Bewertung der Exposition des Menschen durch orale Aufnahme von Boden und Bodenmaterial — Anleitung zur Anwendung und Auswahl von physiologienahen Extraktionsverfahren für die Abschätzung der Resorptionsverfügbarkeit/Bioverfügbarkeit von Metallen im Boden*

DIN SPEC 1128, *Bodenbeschaffenheit — Eluierungsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxikologische Untersuchung von Boden und von Bodenmaterialien — Teil 1: Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 2 l/kg Trockenmasse (ISO/TS 21268-1:2007)*

DIN SPEC 1129, *Bodenbeschaffenheit — Eluierungsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxikologische Untersuchung von Boden und von Bodenmaterialien — Teil 2: Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg Trockenmasse (ISO/TS 21268-2:2007)*

DIN SPEC 1130, *Bodenbeschaffenheit — Eluierungsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxikologische Untersuchung von Boden und von Bodenmaterialien — Teil 3: Perkolationstest im Aufwärtsstrom (ISO/TS 21268-3:2007)*

DIN SPEC 1131, *Bodenbeschaffenheit — Eluierungsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxikologische Untersuchung von Boden und von Bodenmaterialien — Teil 4: Einfluss des pH-Wertes unter vorheriger Säure/Base-Zugabe (ISO/TS 21268-4:2007);*

Deutsche Fassung

**Bodenbeschaffenheit —
Anleitung zur Auswahl und Anwendung von Verfahren für die
Bewertung der Bioverfügbarkeit von Kontaminanten im Boden
und in Bodenmaterialien
(ISO 17402:2008)**

Soil quality —
Requirements and guidance for the selection and
application of methods for the assessment of bioavailability
of contaminants in soil and soil materials
(ISO 17402:2008)

Qualité du sol —
Lignes directrices pour la sélection et l'application des
méthodes d'évaluation de la biodisponibilité des
contaminants dans le sol et les matériaux du sol
(ISO 17402:2008)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. Juni 2011 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Bioverfügbarkeit in Verbindung mit der Bewertung einer Bodenfunktion	11
4.1 Bodenfunktionen und zu schützende Organismen.....	11
4.2 Gefährdungsabschätzung	12
4.3 Schutzziele	13
5 Konzepte der Bioverfügbarkeit	14
5.1 Definitionen	14
5.2 Verbindungen zwischen Bioverfügbarkeit, biologischen Wirkungen und/oder Bioakkumulation	16
6 Beschreibung von Verfahren zur Bewertung der Bioverfügbarkeit	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Bewertung der Bioverfügbarkeit unter Anwendung chemischer Prüfverfahren	18
6.3 Bewertung der Bioverfügbarkeit unter Anwendung ökotoxikologischer Prüfverfahren	20
7 Wirkungspfade im Zusammenhang mit der Bodenbeschaffenheit (Organismus und Boden).....	21
7.1 Allgemeines	21
7.2 Mensch.....	21
7.2.1 Allgemeines	21
7.2.2 Orale Bodenaufnahme	21
7.2.3 Hautkontakt	21
7.2.4 Inhalation von Boden	22
7.2.5 Für Trinkwasser verwendetes Grundwasser	22
7.3 Exposition von höheren Tieren	22
7.4 Exposition von Bodenorganismen	22
7.4.1 Allgemeines	22
7.4.2 Exposition von bodenbewohnenden Mikroorganismen.....	22
7.4.3 Exposition von bodenbewohnenden Wirbellosen (Mikro-, Meso- und Makrofauna).....	23
7.5 Exposition von Pflanzen	23
8 Zur Verfügung stehende Verfahren zur Bestimmung der Bioverfügbarkeit.....	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Chemische Verfahren zur Bestimmung der umweltbedingten Verfügbarkeit.....	25
8.2.1 Allgemeines	25
8.2.2 Verfahren in Bezug auf die orale Bodenaufnahme	26
8.2.3 Verfahren in Bezug auf die Aufnahme über die Haut.....	27
8.2.4 Verfahren für Pflanzen	27
8.2.5 Verfahren zur Auslaugung aus der festen Phase in die Bodenlösung	28
8.2.6 Verfahren in Bezug auf den biologischen Abbau.....	28
8.2.7 Verfahren für Bodenorganismen.....	29
8.2.8 Verfügbare und vielversprechende Verfahren zur Bestimmung der umweltbedingten Verfügbarkeit.....	29
8.3 Ökotoxikologische Prüfverfahren zur Ermittlung der Bioverfügbarkeit.....	31

9	Anforderungen.....	34
9.1	Allgemeines	34
9.2	Anforderungen an die Auswahl und Anwendung.....	34
9.2.1	Anforderungen an die Auswahl	34
9.2.2	Anforderungen an die Anwendung	36
9.3	Anforderungen an die Entwicklung.....	37
Anhang A	(informativ) Bioverfügbarkeit im Zusammenhang mit der biologischen Abbaubarkeit	38
Anhang B	(informativ) Internationale Normen für die Bestimmung der Toxizität von Chemikalien auf Sediment-Organismen (Laboruntersuchungen)	39
Literaturhinweise		40

Vorwort

Der Text von ISO 17402:2008 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 17402:2011 durch das Technische Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ übernommen, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 17402:2008 wurde vom CEN als EN ISO 17402:2011 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

In Labor- und Freilanduntersuchungen wurde nachgewiesen, dass biologische Wirkungen nicht von der Gesamtkonzentration eines Kontaminanten im Boden abhängen. Stattdessen reagiert ein Organismus nur auf den Anteil, der für diesen Organismus biologisch verfügbar (bioverfügbar) ist. Das trifft insbesondere auf Böden zu, bei denen die Moleküle des Kontaminanten so mit dem Boden in Wechselwirkung treten, dass sie für den Organismus nicht mehr erreichbar sind oder in einer nicht verfügbaren Form vorliegen (manchmal als Maskierung oder irreversible Sorption bezeichnet). Die bioverfügbaren Anteile von Kontaminanten hängen von den Bodeneigenschaften und verschiedenen Prozessen ab, die sich in Abhängigkeit von der Zeit und von den biologischen Rezeptoren verändern. Der konservative Ansatz der Expositionsbewertung, wie er im Allgemeinen im Zusammenhang mit Vorschriften beschrieben wird, setzt voraus, dass die in einem Boden oder Bodenmaterial vorliegende Gesamtkonzentration eines Kontaminanten für die Aufnahme durch Organismen, einschließlich des Menschen, zur Verfügung steht, wodurch die Risiken überbewertet werden. Deshalb kann die Gefährdungsabschätzung durch Anwendung eines Ansatzes optimiert werden, der auf einer geschätzten Exposition, die die verfügbare, effektive Konzentration des (der) Kontaminanten darstellt, und auf (vorliegenden) Daten zur intrinsischen Toxizität beruht.

Diese Annahme ist nicht neu, da bereits in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts Agrarwissenschaftler und Bodenkundler begannen nach chemischen Verfahren zur Bestimmung der Konzentration von einzelnen pflanzenverfügbaren Nährstoffen in landwirtschaftlich genutzten Böden zu suchen. Die Triebkraft für diese Suche war die Notwendigkeit empfohlener Nährstoffzugaben, um maximale Ernteerträge zu erreichen. MULDER [1] stellte bereits 1860 fest: *„Die Zwecklosigkeit einer vollständigen Analyse des Bodens, um zu erkennen, ob er fruchtbar ist oder nicht, kann nicht genug diskutiert werden. Über kurz oder lang läuft es darauf hinaus, dass die Verfügbarkeit nicht vorher abgeleitet werden kann. Die Analyse zeigt was vorhanden ist, die Landwirtschaft muss daraus ihre eigenen Folgerungen ziehen.“* Es wurden chemische Verfahren entwickelt, die einigermaßen die Verfügbarkeit von anorganischen Ionen vorhersagen, die für die Entwicklung der Pflanzen notwendig sind. Derzeit werden gewöhnlich chemische Verfahren der partiellen Extraktion angewendet, um die verfügbaren Konzentrationen von Nährstoffen im Boden zu bewerten. Die Extraktionsverfahren wurden optimiert, indem die Ergebnisse der Extraktion mit der Reaktion von empfindlichen Kulturpflanzenarten auf die Zugabe von Düngemitteln in Wechselbeziehung gebracht wurden.

Der Begriff der Verfügbarkeit wird heutzutage für die Gefährdungsabschätzung der Kontaminanten angewendet und kann auf die bestimmten Schutzziele abgestimmt werden. In Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzung eines Bodens oder Bodenmaterials kann die Charakterisierung des Bodens für unterschiedliche Zwecke (z. B. Bewertung von Lebensraum- und Rückhaltefunktionen, Gefährdungsabschätzung und Übereinstimmung mit gesetzlich vorgeschriebenen Werten) chemische und ökotoxikologische Untersuchungen mit ausgewählten repräsentativen Testorganismen umfassen. Diese Untersuchungen sind möglicherweise in vielen Fällen boden- oder standortspezifisch und auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogen und können nicht auf andere Böden oder Zeitpunkte extrapoliert werden, bei denen die Bioverfügbarkeit möglicherweise durch andere Faktoren bestimmt wird.

Die Bioverfügbarkeit kann auf zwei sich ergänzende Weisen bewertet werden (siehe auch Bild 1):

- Chemische Verfahren (z. B. Extraktionsverfahren), mit denen der verfügbare Anteil einer genau festgelegten Klasse von Kontaminanten für bestimmte biotische Rezeptoren oder die Mobilität der Kontaminanten im Boden bestimmt werden. Gewöhnlich wurden diese chemischen Verfahren entwickelt, um die Menge an Kontaminanten, die von den Organismen aufgenommen wird, vorherzusagen. Diese analytisch bestimmten Werte können dennoch mit Wirkungen in Wechselbeziehung gebracht werden. Bei einer Routinebewertung der Bodenbeschaffenheit dürfen chemische Untersuchungen biologische Untersuchungen ersetzen, wenn zwischen den erhaltenen chemischen Werten und der Wirkung oder Akkumulation eine Korrelation nachgewiesen wurde.

- Biologische Verfahren, bei denen Organismen zum Beobachten von Wirkungen Boden oder Bodeneluat ausgesetzt werden. Wenn Akkumulation und/oder Wirkungen (z. B. Sterblichkeit, Wachstumshemmung) auftreten, liegen wahrscheinlich bioverfügbare Kontaminanten vor, auch dann, wenn sie nicht chemisch nachgewiesen werden können. Weitergehende Kenntnisse zu den Prozessen, die die Bioverfügbarkeit bestimmen, können die noch bestehende Lücke zwischen chemischen Untersuchungen und biologischen Wirkungen schließen.

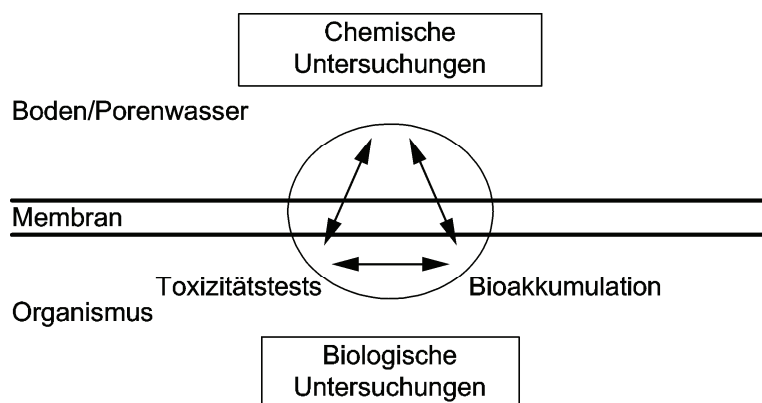


Bild 1 — Verfahren zur Bewertung der Bioverfügbarkeit – Zusammenhang zwischen chemischen und biologischen Versuchen und Bioakkumulation

Die Gefährdungsabschätzung sollte unter den ordnungsrechtlichen Gesichtspunkten des Bodenschutzes auf dem gleichen gemeinsamen Konzept zur Bestimmung/Bewertung der Exposition und Messung/Bewertung der Wirkungen beruhen. Deshalb können bestehende Konzepte und abgeleitete Prüfwerte auf der Grundlage der Gesamtkonzentrationen von Schadstoffen in Böden oder Bodenmaterialien auf das vorgeschlagene Konzept auf der Grundlage der Vorhersage des bioverfügbaren Anteils durch Anwendung der genaueren Beschreibung der Exposition übertragen werden. Zum Beispiel ist die Übertragung der Angaben zur Bioverfügbarkeit in annehmbare Bewertungen von „wie sauber ist sauber“ (z. B. standortspezifische Grenzwerte für die Reglementierung des Umfangs, in dem eine Sanierung des Bodens erforderlich ist) von Bedeutung für die Erstellung von realistischen Gefährdungsabschätzungen und die Bestimmung angemessener Endpunkte für die Sanierung.

Ein harmonisierter Rahmen zur Bioverfügbarkeit wird in Betracht gezogen, um die Entwicklung und Einführung von ausführbaren genormten Verfahren zu fördern, die bei der Boden- und Standortbewertung anzuwenden sind. Außerdem sind Verfahren zur Abschätzung von bioverfügbaren wirksamen Konzentrationen von Kontaminanten entsprechend den angestrebten Schutzziele erforderlich. Diese Verfahren sollten vorzugsweise in Internationalen Normen beschrieben sein und der Normungsprozess sollte zu einem begrenzten Satz von festgelegten Verfahren zur Messung der Bioverfügbarkeit [2] führen. Wie in dieser Internationalen Norm beschrieben, führt dieser Prozess nicht zu einem einzelnen Verfahren zur Bestimmung der Bioverfügbarkeit, weil die Bioverfügbarkeit von Variablen, wie z. B. dem Kontaminanten, dem Ziel und den tatsächlichen Bodeneigenschaften, abhängt. Deshalb sollte in den Verfahren das Wort Bioverfügbarkeit nicht nur verwendet, sondern auch auf diese Variablen bezogen werden (bioverfügbar *für*).

In dieser Internationalen Norm sind Anforderungen und Anleitungen zur Auswahl von Verfahren zur Bewertung der Bioverfügbarkeit für verschiedene Zielarten in Bezug auf verschiedene Klassen von Kontaminanten angeführt. In dieser Anleitung sind keine Verfahren zur Bewertung der Bioverfügbarkeit beschrieben. Es wird auf bestehende Internationale Normen und zusätzliche Messprinzipien, die möglicherweise im Rahmen Internationaler Normen auszuarbeiten sind, verwiesen. Da nur wenige Normen bestehen, wird auch auf Messprinzipien verwiesen. Eine Anleitung wird auch für Verfahren gegeben, bei denen erste vielversprechende Ergebnisse für eine weitere Normung eines Verfahrens berichtet wurden.

Nach einer kurzen Beschreibung von Verfahren (Abschnitt 6) werden die Wirkungspfade eines Kontaminanten zum Zielorganismus erörtert (Abschnitt 7). Eine Zusammenfassung bestehender Verfahren und vielversprechender Verfahren, die weiterentwickelt werden sollten, ist in Abschnitt 8 dargestellt. Abschnitt 9 gibt Empfehlungen und enthält die Mindestanforderungen an die Anwendung und Weiterentwicklung.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gibt eine Anleitung zur Auswahl und Anwendung von Verfahren zur Bewertung der Bioverfügbarkeit für die Charakterisierung von verunreinigtem Boden und Bodenmaterial. Diese Internationale Norm bietet keine Auswahl der besten anwendbaren Verfahren, legt jedoch Randbedingungen und Grundsätze von anzuwendenden Verfahren fest und führt die Mindestanforderungen an die Entwicklung von Verfahren an. Die nach derartigen Verfahren erhaltenen Ergebnisse können als Schätzwert für die Bioverfügbarkeit bei einem auf die Gefährdungsabschätzung bezogenen Ansatz verwendet werden.

Wenn in dieser Internationalen Norm nur der Begriff „Boden“ zur Vereinfachung der Schreibweise angegeben wird, muss der erweiterte Begriff „Boden und Bodenmaterialien“ in Betracht kommen.

Die in dieser Internationalen Norm berücksichtigten Kontaminanten sind Metalle, einschließlich metallartiger und organischer Kontaminanten, einschließlich metallorganischer Verbindungen. Diese Internationale Norm gilt auch für Metalle, die aus natürlichen geologischen und pedologischen Prozessen (natürlicher pedochemischer Gehalt) stammen.

Diese Internationale Norm kann auch für Sedimente angewendet werden.

ANMERKUNG Ein Bewertungsverfahren auf der Grundlage des bioverfügbaren Anteils der Gesamtmenge von Kontaminanten im Boden oder Bodenmaterial kann zur Entwicklung von gesetzlichen Anforderungen an risikobezogene Bewertungsverfahren für Böden beitragen.

In Übereinstimmung mit den angestrebten Schutzziele werden Anwendungen bestehender Verfahren empfohlen und deren Beschränkungen erörtert, um die Entwicklung und Einführung von ausführbaren genormten Verfahren zu fördern, die bei der Boden- und Standortbewertung anzuwenden sind. Diese Verfahren sind notwendig, um die quantitative Bestimmung von Faktoren zu ermöglichen, die die Bioverfügbarkeit beeinflussen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 11074:2005, *Soil quality — Vocabulary*

ISO/TS 21268-1:2007, *Soil quality — Leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soil and soil materials — Part 1: Batch test using a liquid to solid ratio of 2 l/kg dry matter*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 11074 und die folgenden Begriffe.

3.1

Bioverfügbarkeit

Grad, bis zu dem Chemikalien im Boden durch menschliche oder ökologische Rezeptoren absorbiert oder metabolisiert werden oder für den Austausch zwischen biologischen Systemen zur Verfügung stehen

ANMERKUNG 1 In Anlehnung an ISO 11074:2005.

ANMERKUNG 2 Das Konzept der Bioverfügbarkeit ist in Abschnitt 5 weiter erläutert.

ANMERKUNG 3 In ISO/TS 17924 ist eine Definition speziell für die orale Aufnahme durch den Menschen angeführt, in der die Bioverfügbarkeit als der Anteil einer im oral aufgenommenen Boden vorliegenden Substanz, der den Körperkreislauf (Blutkreislauf) erreicht, definiert ist.

3.2

Kontaminant

Stoff oder Agens, der/das als Ergebnis menschlichen Wirkens im Boden vorhanden ist

[ISO 11074:2005]

ANMERKUNG Diese Definition bedeutet nicht, dass das Vorhandensein des Kontaminanten Schäden verursacht.

3.3

kritische Rückstände im Körper

CBR

(en: critical body residues)

innere, in einem Gewebe, Organ oder im gesamten Körper akkumulierte Konzentration, die mit einer unerwünschten Wirkung verbunden ist

3.4

umweltbedingte Verfügbarkeit

Anteil des Kontaminanten, der, durch einen Desorptionsprozess physikalisch-chemisch bedingt, für die Organismen potenziell verfügbar ist

ANMERKUNG 1 Siehe auch Bild 2.

ANMERKUNG 2 Die umweltbedingte Verfügbarkeit enthält.

- 1) einen tatsächlich verfügbaren Anteil oder die tatsächlich gelöste Schadstoffmenge bei Umweltbedingungen,
- 2) einen potenziell verfügbaren Anteil, der die Höchstmenge ist, die unter (vorgegebenen) ungünstigsten Bedingungen freigesetzt werden kann. Der potenziell verfügbare Anteil enthält den tatsächlich verfügbaren Anteil.

3.5

umweltbedingte Bioverfügbarkeit

Anteil der umweltbedingt verfügbaren Verbindung, der von einem Organismus durch einen physiologisch bedingten Prozess aufgenommen wird

ANMERKUNG Siehe auch Bild 2.

3.6

Lebensraumfunktion

Eigenschaft des Bodens/Bodenmaterials als Lebensraum für Mikroorganismen, Pflanzen, bodenlebender Tiere und ihre Wechselbeziehungen (Biozönose) zu dienen

[ISO 11074:2005]

3.7

Auslaugungsversuch

Versuch, bei dem ein Material unter streng festgelegten Bedingungen in Kontakt mit dem Auslaugungsmittel gebracht wird und einige Bestandteile des Materials extrahiert werden

[ISO/TS 21268-1:2007]

3.8

Auslaugungsmittel

in einem Auslaugungsversuch verwendete Flüssigkeit

[ISO/TS 21268-1:2007]

3.9

natürlicher pedo-geochemischer Gehalt

Konzentration eines Stoffes in Böden, die sich aus natürlichen geologischen und pedologischen Vorgängen ergibt, wobei die durch den Menschen verursachte Konzentration an diesem Stoff nicht berücksichtigt wird

[ISO 11074:2005]

ANMERKUNG Beim Grundgehalt (Konzentration eines Stoffes im Boden, die sich aus natürlichen geologischen und pedologischen Prozessen ergibt, einschließlich Einträgen aus diffusen Quellen [ISO 19258]) ist der natürliche pedochemische Gehalt mit dem von einer diffusen Verunreinigung stammenden Gehalt zusammengefasst.

3.10

Schadstoff

Stoff oder Agens, der/das im Boden (oder im Grundwasser) vorhanden ist und aufgrund seiner Eigenschaften, Menge oder Konzentration die Funktionen oder die Nutzung des Bodens beeinträchtigt

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 11074:2005.

3.11

potenziell gefährdender Stoff

Stoff der bei Vorhandensein in ausreichender Konzentration oder Menge gefährdend für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt sein kann.

ANMERKUNG Er kann das Ergebnis menschlichen Handelns oder natürlicher Vorgänge sein.

3.12

Rezeptor

potenziell der Belastung ausgesetzte Person oder ausgesetzter Teil eines Ökosystems

3.13

Rückhaltefunktion

Eigenschaft von Böden/Bodenmaterialien Schadstoffe so zu adsorbieren, dass sie nicht über den Wasserpfad freigesetzt werden und keine Verlagerung in die terrestrische Nahrungskette erfolgt

[ISO 11074:2005]

ANMERKUNG In ISO 17402 werden auch reversible Adsorptions- und Desorptionsprozesse berücksichtigt.

3.14

Sediment- oder Unterwasserboden

Boden und sein Ausgangsmaterial unterhalb der Gewässeroberfläche

3.15

Boden

obere Schicht der Erdrinde, die aus mineralischen Teilchen, organischer Substanz, Wasser, Luft und lebendigen Organismen besteht

ANMERKUNG 1 Im Ingenieurbau umfasst Boden im weiteren Sinn den Oberboden und den Unterboden; Einlagerungen, wie z. B. Tone, Schluffe, Sande, Kiese, Gerölle, Felsblöcke und organische Einlagerungen, wie z. B. Torf; und Materialien natürlichen und anthropogenen Ursprungs (z. B. Aufschüttungen und abgelagerte Abfälle).

ANMERKUNG 2 In Anlehnung an ISO 11074:2005.

3.16

Bodenmaterial

Material aus Böden, das durch menschliche Tätigkeit verdrängt und/oder verändert wurde, einschließlich Bodenaushub, Baggergut, künstlich hergestellter Böden, behandelter Böden und Verfüllmaterialien

ANMERKUNG Für den Zweck dieser Internationalen Norm werden Sedimente als Bodenmaterial betrachtet.

3.17

Bodenorganismen

alle Organismen, die vollständig oder während bestimmter Lebensabschnitte im Boden oder auf der Bodenoberfläche (einschließlich des L-Horizonts) leben und an Bodenprozessen (z. B. Nährstoffkreislauf) beteiligt sind; dazu gehören Pflanzen (einschließlich Bodenalgae), Mikroflora, Wirbellose und (einige) Arten von Wirbeltieren

3.18

toxikologische Bioverfügbarkeit

innere akkumulierte und/oder mit einer toxischen Wirkung verbundene Konzentration eines Schadstoffes

ANMERKUNG 1 Siehe auch Bild 2.

ANMERKUNG 2 Diese Definition bezieht sich auf innere Konzentrationen in Menschen, Säugetieren und anderen Organismen.

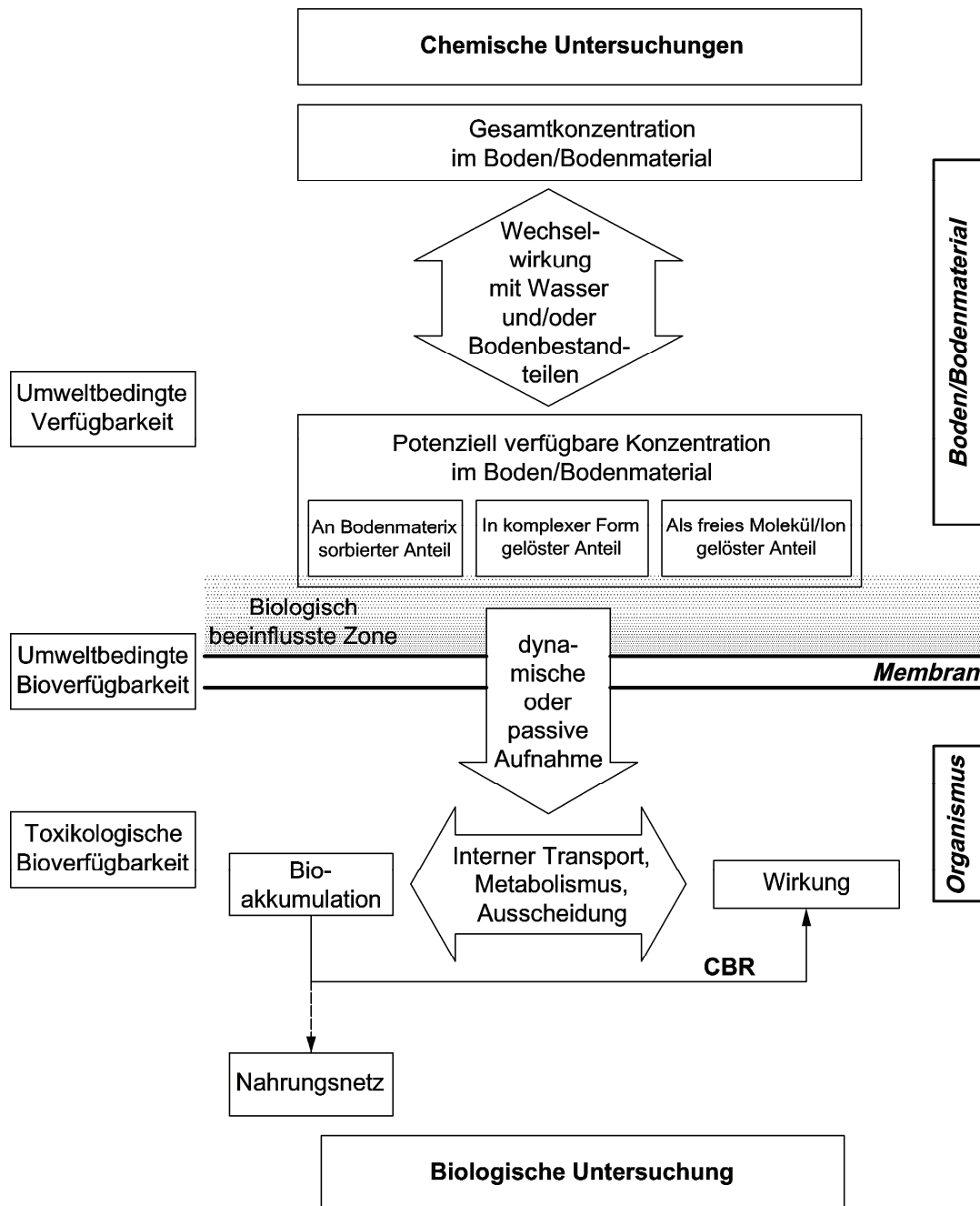


Bild 2 — Von der Gesamtkonzentration im Boden bis zur Wirkung (in Anlehnung an [7])

4 Bioverfügbarkeit in Verbindung mit der Bewertung einer Bodenfunktion

4.1 Bodenfunktionen und zu schützende Organismen

Die Bewertung der Bodenbeschaffenheit ist bei einer Reihe von Situationen von Bedeutung, z. B. wenn verunreinigte Böden oder Bodenmaterialien hinsichtlich des Umfangs einer notwendigen Aufbereitung zu bewerten sind, wenn Bodenaushub für einen bestimmten Zweck wieder verwendet werden soll, wenn Landflächen in Bezug auf eine angemessene Bodennutzung zu bewerten sind. Diese Bewertung hängt stark von der Verfügbarkeit der betreffenden Kontaminanten ab, weitere bedeutende Faktoren sind das Vorhandensein oder Fehlen einer relevanten Art von Rezeptor und dessen Empfindlichkeit gegenüber dem Kontaminanten. Die Bioverfügbarkeit kann nicht erörtert werden ohne anzugeben, für welche Lebewesen die Verfügbarkeit relevant ist. In ISO 11074 werden die Rückhalte- und Lebensraumfunktionen (siehe Abschnitt 3) unterschieden. Sie schließen die folgenden spezifischen Bodenfunktionen ein:

- Steuerung von Stoff- und Energiekreisläufen als Bestandteile von Ökosystemen;
- Grundlage für das Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen;
- Träger von genetischem Reservoir;
- Grundlage für die Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte;
- Pufferung der Verlagerung von Wasser, Kontaminanten oder anderen Wirkstoffen in das Grundwasser.

Unabhängig von den Rückhalte- und Lebensraumfunktionen und den abgeleiteten Vorhaben zur Gefährdungsabschätzung können in einem Bewertungsverfahren weitere Szenarien, einschließlich der Aufnahme von Boden durch den Menschen (Kinderspielflächen) (siehe ISO/TS 17924) oder höhere Tiere, wie z. B. Weidevieh, berücksichtigt werden.

Das kann genauer beschrieben werden, wie z. B.:

- (Bio-)Verfügbarkeit für unterschiedliche, aber festgelegte Ziel-Bodenorganismen oder -Biotop (Lebensraum oder Rückhaltung);
- (Bio-)Verfügbarkeit für Organismen, die in der Lage sind, den Kontaminanten umzuwandeln oder zu mineralisieren (Lebensraum);
- (Bio-)Verfügbarkeit in Bezug auf die Aufnahme durch Pflanzen (Lebensraum);
- (Bio-)Verfügbarkeit in Bezug auf die Aufnahme durch den Menschen (orale Aufnahme, Inhalation, Hautkontakt) (Lebensraum);
- (Bio-)Verfügbarkeit in Bezug auf Auslaugungsprozesse (Rückhaltung).