

DIN ISO 19204

ICS 13.080.01

Einsprüche bis 2015-10-14

Entwurf**Bodenbeschaffenheit –
Vorgehensweise zur standortbezogenen ökologischen Risikobewertung
von Bodenverunreinigungen (TRIAD-Ansatz) (ISO/DIS 19204:2015);
Text Deutsch und Englisch**

Soil quality –

Procedure for site-specific ecological risk assessment of soil contamination
(TRIAD approach) (ISO/DIS 19204:2015);

Text in German and English

Qualité du sol –

Procédure d'évaluation des risques écologiques spécifiques au site de la contamination
des sols (approche triade) (ISO/DIS 19204:2015);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Begriffe	7
3 Prozessübersicht	11
4 Unsicherheit und Beweiskraft	12
5 Durchführung eines TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit	13
5.1 Erster Schritt: Ziel der Untersuchung (Formulierung des Problems und Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit einer standortbezogenen Risikobewertung)	13
5.1.1 Allgemeines	13
5.1.2 Entscheidung	14
5.1.3 An einer ökologischen Risikobewertung beteiligte Anspruchsgruppen	14
5.1.4 Unabhängige Qualitätskontrolle	15
5.2 Zweiter Schritt: Grundlegende Überlegungen	15
5.3 Dritter Schritt: Praktische Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit	17
5.3.1 Allgemeines	17
5.3.2 Stufen des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit	17
5.3.3 Beweislinien des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit	18
5.3.4 Messparameter	21
5.4 Vierter Schritt: Abschließende Beurteilung: Normierung, Gewichtung und Integration von Ergebnissen	22
5.4.1 Allgemeines	22
5.4.2 Quantifizierung von Ergebnissen aus terrestrischen Tests	22
5.4.3 Normierung in der Praxis	22
5.4.4 Gewichtung	23
5.4.5 Integration der Ergebnisse	24
5.5 Fünfter Schritt: Entscheidung über das weitere Vorgehen	24
6 Berichterstattung	24
Literaturhinweise	26

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ aufgestellt, dessen Sekretariat von den Niederlanden (NEN) gehalten wird. Für Deutschland war der NA 119-01-02-04 UA „Biologische Verfahren“ an der Bearbeitung beteiligt.

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

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

ISO 11267	siehe	DIN EN ISO 11267
ISO 11268-2	siehe	E DIN EN ISO 11268-2
ISO 11269-1	siehe	DIN EN ISO 11269-1
ISO 11269-2	siehe	DIN EN ISO 11269-2
ISO 14238	siehe	DIN EN ISO 14238
ISO 15799	siehe	DIN ISO 15799
ISO 16387	siehe	DIN EN ISO 16387
ISO 17155	siehe	DIN ISO 17155
ISO 17402	siehe	DIN EN ISO 17402
ISO 17512-1	siehe	DIN ISO 17512-1
ISO 17512-2	siehe	DIN ISO 17512-2
ISO/DIS 17601	siehe	E DIN ISO 17601
ISO 17616	siehe	DIN ISO 17616
ISO 18187	siehe	E DIN ISO 18187
ISO/DIS 18311	siehe	E DIN ISO 18311
ISO 18772	siehe	DIN EN ISO 18772
ISO 22030	siehe	DIN EN ISO 22030
ISO 23611-1	siehe	DIN EN ISO 23611-1
ISO 23611-2	siehe	DIN EN ISO 23611-2
ISO 23611-3	siehe	DIN EN ISO 23611-3
ISO 23611-4	siehe	DIN EN ISO 23611-4
ISO 23611-5	siehe	DIN EN ISO 23611-5
ISO 23611-6	siehe	DIN EN ISO 23611-6
ISO/TS 29843-1	siehe	DIN CEN ISO/TS 29843-1
ISO/TS 29843-2	siehe	DIN CEN ISO/TS 29843-2
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

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

DIN EN ISO 11269-1, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Wirkungen von Schadstoffen auf die Bodenflora — Teil 1: Verfahren zur Messung der Wurzelwachstumshemmung*

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

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

DIN EN ISO 16387, *Bodenbeschaffenheit — Wirkungen von Verunreinigungen auf Enchytraeidae (Enchytraeus sp.) — Bestimmung der Wirkungen auf die Reproduktion*

DIN EN ISO 17402, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung zur Auswahl und Anwendung von Verfahren für die Bewertung der Bioverfügbarkeit von Kontaminanten im Boden und in Bodenmaterialien*

DIN EN ISO 18772, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung für Elutionsverfahren für die nachfolgende chemische und ökotoxikologische Prüfung von Böden und Bodenmaterialien*

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

DIN EN ISO 23611-1, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 1: Handauslese und Formalinextraktion von Regenwürmern*

DIN EN ISO 23611-2, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 2: Probenahme und Extraktion von Mikroarthropoden (Collembolen und Milben)*

DIN EN ISO 23611-3, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 3: Probenahme und Bodenextraktion von Enchytraeen*

DIN EN ISO 23611-4, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 4: Probenahme, Extraktion und Bestimmung von Boden bewohnenden Nematoden*

DIN EN ISO 23611-5, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 5: Probenahme und Extraktion von Makroinvertebraten (Großwirbellosen) im Boden*

DIN EN ISO 23611-6, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme von Wirbellosen im Boden — Teil 6: Anleitung für die Planung der Probenahme von Wirbellosen im Boden*

DIN CEN ISO/TS 29843-1, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Diversität von Bodenmikroorganismen — Teil 1: Verfahren mittels Phospholipidfettsäure(PLFA)-Analyse und Phospholipidetherlipid(PLEL)-Analyse*

DIN CEN ISO/TS 29843-2, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Diversität von Bodenmikroorganismen — Teil 2: Verfahren mittels Phospholipidfettsäure(PLFA)-Analyse unter Verwendung des einfachen PLFA-Extraktionsverfahrens*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

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

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*

DIN ISO 17512-2, *Bodenbeschaffenheit — Vermeidungsprüfung zur Bestimmung der Bodenbeschaffenheit und der Auswirkungen von Chemikalien auf das Verhalten — Teil 2: Prüfung mit Collembolen (*Folsomia candida*)*

DIN ISO 17616, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung für die Auswahl und Beurteilung von Biotestverfahren zur ökotoxikologischen Charakterisierung von Böden und Bodenmaterialien*

E DIN ISO 18187, *Bodenbeschaffenheit — Beschaffenheit von Bodenproben — Feststoffkontakttest unter Verwendung der Dehydrogenaseaktivität von *Arthrobacter globiformis**

E DIN ISO 18311, *Bodenbeschaffenheit — Verfahren zur Prüfung der Auswirkungen von Bodenverunreinigungen auf die Fraßaktivität von bodenbewohnenden Organismen — Köderstreifentest*

Bodenbeschaffenheit — Vorgehensweise zur standortbezogenen ökologischen Risikobewertung von Bodenverunreinigungen (TRIAD-Ansatz in der Bodenbeschaffenheit)

Einleitung

Diese Norm ist so angelegt, dass sie der Qualitätssicherung der standortbezogenen ökologischen Risikobewertung von Bodenverunreinigungen dient. Dieser Prozess wurde zuvor in einem Bericht von der niederländischen PGBO (Integrated Soil Research Programme Agency (Behörde für das integrierte Bodenforschungsprogramm)) beschrieben, weitergeführt in der derzeitigen SKB (Foundation for Soil Knowledge Development and Transfer (Stiftung Wissenstransfer Wissensentwicklung Boden)) [54]. Das vorliegende Dokument beruht auf diesen niederländischen Berichten, wurde jedoch gekürzt, um die allgemeine Anwendbarkeit zu erhöhen. Außerdem wurden Teile des von der britischen Umweltbehörde erarbeiteten Rahmenwerks für die ökologische Risikobewertung [17] bis [23] berücksichtigt (in diesem gestaffelten Rahmenwerk werden dieselben drei LOE verwendet wie bei TRIAD, jedoch nicht parallel, sondern nacheinander). Erfahrungen aus verschiedenen anderen Quellen [25, 26, 53], insbesondere eine Zusammenfassung einer als Teil des EU-FP6-Projekts Freisetzung (Liberation) durchgeführten dänischen Studie [30] sowie ein dänischer Bericht [29], wurden hinzugefügt.

Der Begriff TRIAD (Triade) bezieht sich auf drei Beweislinien (en: lines of evidence, LoE): Chemie, Toxikologie und Ökologie [8]. Ursprünglich wurde er in [32] als TRIAD zur Bewertung der Sedimentqualität beschrieben. TRIAD besteht nicht ausdrücklich aus drei Beweislinien (bis zu fünf wurden vorgeschlagen [9], in besonderen Situationen können jedoch zwei ausreichend sein). Beschreibungen des TRIAD-Ansatzes in der Bodenbeschaffenheit im Zusammenhang mit Bodenverunreinigungen sind z. B. in [46], [49], [30], [34], [58], [45], [41], [54], [56] enthalten. Es sollte erwähnt werden, dass der TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit nicht nur in Mitteleuropa Anwendung findet, sondern auch in anderen Regionen der Welt, zum Beispiel in Portugal [1], Italien [52] oder Brasilien [38]. Diese Veröffentlichungen können als Fallstudien für die Anwendung des TRIAD in der Bodenbeschaffenheit genutzt werden.

ANMERKUNG Unlängst wurden die Verfahren zur ökologischen Risikobewertung in den Niederlanden, Norwegen, Schweden und dem Vereinigten Königreich verglichen [29]. Die Grundideen des TRIAD-Ansatzes (z. B. ein gestaffelter Ansatz und die Kombination von Informationen aus verschiedenen Fachrichtungen (Chemie, Ökotoxikologie und Ökologie)) wurden in diesen Ländern angenommen. Jedoch wurden nur im Vereinigten Königreich [17] bis [23] und in den Niederlanden [46, 49, 34, 47, 48, 44] ausführliche Rahmenwerke erarbeitet. Der Gesamtaufbau dieses Dokuments kombiniert und modifiziert beide nationalen Rahmenwerke, um einen Leitfaden zur Verfügung zu stellen, der unabhängig ist von dem Land oder der Region, in dem/der sich der zu beurteilende Standort befindet. Die Terminologie dieses Dokuments richtet sich nach dem in dem EU-Projekt Freisetzung beschriebenen Ansatz [30].

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt die Anwendung des TRIAD-Ansatzes in der Bodenbeschaffenheit zur standortbezogenen ökologischen Risikobewertung von verunreinigten Böden in einer allgemeinen Art und Weise. Es wird ausführlich versucht, die drei Beweislinien (Chemie, Ökotoxikologie und Ökologie) transparent darzustellen, die gemeinsam eine effiziente, ökologisch robuste, jedoch ebenso praktikable Risikobewertung von verunreinigten Böden ermöglichen. Diese Verfahrensweise kann auch auf andere Stressfaktoren, wie z. B. Versauerung, Bodenverdichtung, Versalzung, Verlust an organischer Bodensubstanz und Erosion, anwendbar sein. Bisher liegen jedoch noch keine Erfahrungen bezüglich dieser anderen Anwendungen vor. Deshalb liegt der Schwerpunkt dieses Dokuments auf durch Chemikalien verunreinigten Böden.

In Anbetracht des Charakters dieser Internationalen Norm wird das Untersuchungsverfahren allgemein beschrieben. Es enthält keine Einzelheiten von technischen Verfahrensweisen für die tatsächliche Bewertung. Das Dokument schließt jedoch Verweisungen in Bezug auf technische Normen (z. B. ISO 15799, ISO 17616) ein, die für die tatsächliche Durchführung der drei Beweislinien nützlich sind.

Bei der ökologischen Risikobewertung stehen die Auswirkungen von Bodenverunreinigungen auf das Ökosystem in Verbindung mit der vorgesehene Landnutzung und den Anforderungen, die diese Nutzung in Bezug auf einen funktionstüchtigen Boden stellt. In dieser Internationalen Norm werden die grundlegenden Schritte in Bezug auf ein in sich geschlossenes Instrument für eine standortbezogene Risikobewertung mit Möglichkeiten zur Ausarbeitung standortspezifischer Einzelheiten beschrieben.

Die Internationale Norm kann auch zur Bewertung von Reinigungs-, Sanierungs- oder Bewirtschaftungsmaßnahmen angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Diese Internationale Norm setzt ein, wenn bereits entschieden wurde, dass an einem bestimmten Standort eine ökologische Risikobewertung durchzuführen ist. Mit anderen Worten: die praktische Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit und die Auswertung der einzelnen Untersuchungsergebnisse werden beschrieben. Somit erfolgt keine Aussage zu Entscheidungen, ob (und wenn ja, wie) die Ergebnisse der Bewertung in Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen einfließen oder nicht.

ANMERKUNG 2 Der TRIAD-Ansatz kann auf verschiedene Teile der Umwelt (Umweltkompartimente) angewendet werden, das Hauptaugenmerk des vorliegenden Dokuments liegt jedoch auf dem Kompartiment Boden. Es wird empfohlen, vergleichbare Dokumente auch für andere Umweltkompartimente (z. B. das terrestrische oberirdische Kompartiment) zu erarbeiten, um eine vollständige Standortbewertung auf der Grundlage derselben Prinzipien und Prozesse durchzuführen.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Anspruchsgruppe

Partei mit Interesse an der Bodenbeschaffenheit eines potentiell kontaminierten Standorts

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zusammensetzung dieser Gruppe hängt von den konkreten örtlichen Bedingungen ab.

2.2

Beurteilungskriterien

Kriterien, die zur Unterstützung einer Entscheidung, ob ein Standort weitere Untersuchungen erfordert oder ob andere Maßnahmen (z. B. Sanierung) erforderlich sind, festgelegt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie können vor der Durchführung der Untersuchung von Prüfern und Anspruchsgruppen für die Auswertung der Ergebnisse der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit ausgearbeitet werden. Zwei Kriterien können unterschieden werden, und zwar:

- a) Schwellenwert, der die Grenze zwischen angemessener und unangemessener Beseitigung von Unsicherheiten in der Bewertung kennzeichnet;
- b) Schwellenwert, der die Grenze zwischen einer Auswirkung, die als annehmbar angesehen wird, und einer Auswirkung, die als nicht annehmbar angesehen wird, kennzeichnet, basierend auf einer Vergleichsbasis oder einem Grenzwert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Beurteilungskriterien dienen zur Interpretation der Ergebnisse einer quantitativen Risikobewertung oder einer anderen Bewertung.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Rahmen dieser Internationalen Norm werden diese Kriterien in Form von Schwellenwerten bei der Beurteilung der Ergebnisse der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit verwendet, und zwar ein Schwellenwert, der eine Änderung kennzeichnet, die als signifikante Differenz oder Abweichung von einer Vergleichsbasis oder einem Grenzwert angesehen wird. Beurteilungskriterien sind bei jeder Erfassung von Umweltzuständen (zum Beispiel alle Arten in einem generischen System, eine Schlüsselart oder eine geschützte Art) notwendig.

2.3

zuständige Behörde

Teil der Behörden, der für die Umsetzung der Bodensanierung verantwortlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In Abhängigkeit vom Standort und Land kann die zuständige Behörde sehr unterschiedlich sein. Die zuständige Behörde beurteilt die Untersuchungsergebnisse und trifft Entscheidungen in Form von Beschlüssen über den Schweregrad und die Dringlichkeit der ermittelten Bodenverunreinigungen. Die zuständige Behörde beurteilt außerdem die Sanierungspläne der Sanierungsteams auf eigene Initiative (zum Beispiel Unternehmen).

2.4

Bodenbewirtschaftung

sämtliche anthropogenen Tätigkeiten, die das Bodensystem an dem zu beurteilenden Standort beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das kann Entscheidungen zur Landnutzung (z. B. Steuerung des Grundwasserspiegels, Naturschutz, Parkbewirtschaftung, Belastung mit bodenverunreinigenden Substanzen) einschließen.

2.5

Landnutzung

Nutzung der Ökosystemleistungen, die der Boden bietet

2.6

Landnutzer

Person oder Gruppe von Personen, die die Ökosystemleistung des Bodens nutzt/nutzen, wobei bei der Funktionsverteilung der höhere Anteil im Allgemeinen durch Organisationen, gesellschaftliche Parteien und Behörden vertreten ist

2.7

ökologische Auswirkung

durch anthropogene Stressfaktoren bewirkte Änderung eines Aspekts des Ökosystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Änderungen (siehe auch 2.2, Beurteilungskriterien) eines Ökosystems als Ergebnis des Vorhandenseins von Verunreinigungen werden als negative Änderungen betrachtet, unabhängig von der Richtung. In dieser Internationalen Norm sind in Übereinstimmung mit dem TRIAD-Ansatz in der Bodenbeschaffenheit drei Beweislinien (LoE) in Bezug auf die zu bestimmende Auswirkung erforderlich. Außerdem sind auch die Unterschiede in Zeit, Raum und Parametern von Bedeutung. Siehe auch Fehler erster Art (2.18).

2.8

Ökosystemleistung

Ökosystemdienstleistung

Leistung, die (direkt oder indirekt) von einem Ökosystem für die Menschen erbracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch [35], [59].

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Ökosystemleistungen, die der Boden für die Menschen erbringt, sind landwirtschaftliche Erzeugnisse, sauberes Oberflächenwasser, Grundwasser und Trinkwasser und eine gesunde Umwelt

zum Leben. Die Bereitstellung von vielen dieser Leistungen hängt in vielen Fällen von der Aktivität verschiedenartiger Organismengemeinschaften ab, z. B. bedeutet Abbau von Verunreinigungen im Boden durch Mikroben, dass das Grundwasser sauber gehalten wird [60].

Anmerkung 3 zum Begriff: Einige Bodenfunktionen (Zusammensetzung und Abbau organischer Substanzen, das natürliche Selbstreinigungsvermögen des Bodens und das Bodengefüge für eine gute Wurzelbildung von Vegetation und Kulturpflanzen (Feldfrüchten)) werden in diesem Zusammenhang als Ökosystemleistungen gezählt. Im Einzelnen werden vier grundlegende Bodenleistungen unterschieden, und zwar Bodenfruchtbarkeit, Stressresistenz und Anpassung, der Boden als Puffer und Reaktor sowie Biodiversität. Im Millennium Ecosystem Assessment [35] werden auf der Ebene des Ökosystems regulierende Leistungen (Regulierung von Ökosystemprozessen), bereitstellende Leistungen (Produkte), kulturelle Leistungen (immaterieller Nutzen) und unterstützende Leistungen (für die Bereitstellung aller anderen Ökosystemleistungen) unterschieden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Ökosystem(dienst)leistungsansatz wird immer mehr zur theoretischen Grundlage für die Festlegung von Schutzziele im Zusammenhang mit den Risiken von Chemikalien in der Umwelt [z. B. EFSA 2012], einschließlich der Risikobewertung von kontaminierten Böden (z. B. [2]).

2.9

allgemeine Beurteilung

Beurteilung eines Standortes unter Anwendung eines allgemeinen Untersuchungsverfahrens, das nicht auf die Eigenschaften des Standorts abgestimmt ist

2.10

standortsspezifische Beurteilung

Beurteilung eines Standortes unter Anwendung eines Untersuchungsverfahrens, das teilweise auf die Eigenschaften des Standorts abgestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Beurteilung besteht aus einer Kombination von allgemein anwendbaren und möglicherweise speziell entwickelten (zugeschnittenen) Teilen. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse ist standortsspezifisch und kann nur begrenzt verallgemeinert werden [siehe auch allgemeine Beurteilung (2.9)].

2.11

standortsspezifisches Modell

Beschreibung des örtlichen Ökosystems und der vorgesehenen Landnutzung in Bezug auf die Umweltzustände für diese Nutzung sowie der Art und Verbreitung von Verunreinigungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieses Modell verdeutlicht, welche Expositionspfade für die Aspekte des Ökosystems, die für die Landnutzung benötigt werden, von Bedeutung sind. Anschließend können geeignete Parameter für die TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit mit optimaler Beweiskraft und Unterstützung gewählt werden [64].

2.12

Unsicherheit

Grad des Zweifels an Annahmen oder Untersuchungsergebnissen, im Fall der Bewertung von ökologischen Risiken von Bodenverunreinigungen wie folgt aufzuschlüsseln: Kommunikationsunsicherheit, Modellunsicherheit (epistemische Unsicherheit), durch Veränderung bedingte Unsicherheit und Unsicherheit bei Entscheidungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Hinsichtlich der verschiedenen Arten von Unsicherheit siehe auch Abschnitt 4.

2.13

Vergleichsbasis

Teil eines Standorts, einer Probe oder einer Gruppe von Literaturdaten, die als Benchmark für die Auswirkungsskala (Ausgangsbasis, Maßstab oder Standard) dienen können

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ist eine Beschreibung des Zustands des Bodens in quantitativer und qualitativer Hinsicht, die als Teil des Maßstabs für die zu beurteilende Bodenbeschaffenheit verwendet werden kann. Die ideale Vergleichsbasis ist identisch mit dem zu beurteilenden Standort (oder der zu beurteilenden Probe) mit dem einzigen Unterschied, dass der zu beurteilende Stressfaktor fehlt. Chemische, physikalische und biologische Aspekte bilden Teilaspekte der Vergleichsbasis. Bei einer standortsspezifischen Anwendung werden standortsspezifische Einzelheiten benötigt, um eine korrekte Vergleichsbasis zu erhalten. Eine Vergleichsbasis wird vorzugsweise am Untersuchungsstandort gewählt; Messungen erfolgen dann vorzugsweise zur gleichen Zeit wie bei den zu beurteilenden

Proben/Messungen. Wenn keine vergleichbare saubere Vergleichsbasis zur Verfügung steht, kann auch (zum Beispiel bei einem Gradienten) die am wenigsten verunreinigte Probe gewählt werden, unter der Bedingung, dass die Probe als ausreichend repräsentativ angesehen wird, um als Vergleichsbasis zu dienen. Eine Vergleichsbasis kann auch auf Proben von einem vergleichbaren Standort an anderer Stelle oder auf Literaturdaten (= virtuelle Vergleichsbasis) beruhen.

2.14

Normierung

Skalierung

Prozess, bei dem Mess- oder Modelldaten unter Anwendung eines für diesen Zweck vorgesehenen Maßstabs ausgewertet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Anwendung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit werden Bewertungsdaten gewonnen, um eine Auswirkung auf der Ebene des Ökosystems so quantitativ wie möglich zu ermitteln. Eine praktische, normierte Skala reicht von 0 bis 1 oder von 0 % bis 100 %. 0 oder 0 % steht für keine Auswirkung, 1 oder 100 % für die maximale theoretische Auswirkung bei einer hohen Konzentration der verunreinigenden Substanzen. Manchmal ist nur eine niedrige Stufe der quantitativen Normierung möglich, wie z. B. auf einer gewöhnlichen Skala oder auf einer 2- oder 3-Punkt-Skala (ja/nein oder ja/vielleicht/nein). Diese quantitativ wenig gesicherten Normierungsverfahren können bei einem beweiskraftbasierten Ansatz (WoE-Ansatz) angewendet werden. Beispiele zur Normierung sind z. B. in [34] enthalten.

2.15

Stressfaktor

Ergebnis einer anthropogenen Tätigkeit, die sich möglicherweise nachteilig auf das Ökosystem auswirkt, wie z. B. chemische Bodenkontamination, Überdüngung, Austrocknung und Bodenversiegelung

2.16

TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit

Verfahren für eine standortbezogene ökologische Risikobewertung, bei dem sich die Beweiskraft (WoE) aus drei unabhängigen Beweislinien (LoE) zusammensetzt

- 1) eine Beweislinie beruht auf der ökologischen Chemie (Umweltchemie), wobei Daten zu Konzentrationen von toxischen Substanzen in die erwartete Auswirkung auf das Ökosystem umgewandelt werden;
- 2) eine Beweislinie beruht auf Messungen der Ökotoxizität in Proben vom Standort unter Anwendung von Prüfverfahren (Tests);
- 3) eine Beweislinie beruht auf Beobachtungen des Ökosystems am Standort, die sich auf den Nachweis der durch die Verunreinigungen verursachten Auswirkungen konzentrieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Prozess der ökologischen Risikobewertung kann auch z. B. aus zwei Beweislinien anstatt von drei Linien bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Gesamtheit dieser Elemente ist mehr als die Summe der einzelnen Teile, weil die Beweislast teilweise auf der Konsistenz zwischen den Elementen beruht.

Anmerkung 3 zum Begriff: Beschreibungen des auf Bodenverunreinigungen angewendeten Ansatzes der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit sind unter anderem in [34], [46] und [49] enthalten. In Bezug auf die Auswahl von Tests siehe auch ISO 17616.

2.17

Fehler erster Art

Irrtum erster Art

Beurteilung, die zu Unrecht zu dem Schluss kommt, dass eine unannehmbare Auswirkung vorliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff stammt aus der Statistik. Wenn ein Irrtum erster Art vorliegt, beruht die Bewertung nicht auf einer tatsächlichen unannehmbaren Auswirkung, sondern auf einem Zufall oder einem Modellfehler. Das Risiko des Auftretens eines Irrtums erster Art kann vermindert werden, indem mehr Beobachtungen durchgeführt werden oder das Modell mit den ökologischen Aspekten und Ökoindikatoren verbessert wird. Letztere Variante kann durch Auswahl verbesserter Bedingungen und Untersuchungsparameter verwirklicht werden.

2.18

Fehler zweiter Art

Irrtum zweiter Art

Beurteilung, die zu Unrecht zu dem Schluss kommt, dass keine unannehmbare Auswirkung vorliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff stammt aus der Statistik. Wenn ein Irrtum zweiter Art vorliegt, ist tatsächlich eine unannehmbare Auswirkung vorhanden, diese Auswirkung wird aufgrund von unzureichendem oder fehlerhaftem Untersuchungsaufwand (zu geringe Anzahl an Beobachtungen, ungeeignete Vergleichsbasis (Vergleichsbasen) oder Modellfehler) jedoch nicht nachgewiesen.

2.19

Gewichtung

transparente Einstufung verschiedener Untersuchungsergebnisse, wobei den betreffenden Informationen gleiche oder unterschiedliche Bedeutung beigemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine einfache Ausgangslage ist, den Ergebnissen von verschiedenen Beurteilungsparametern gleiche Bedeutung beizumessen. Davon kann abgewichen werden, um das Augenmerk auf bestimmte Umweltzustände (geschützte Arten, Schlüsselarten, Prozesse, Ökosystemleistungen), verhältnismäßig zuverlässige Parameter oder spezielle Untersuchungsergebnisse (hervorheben von Beobachtungen, die eine große Auswirkung zeigen, oder Messungen von biologisch verfügbaren Konzentrationen besondere Bedeutung beimessen) zu richten.

2.20

Beweiskraft (der Daten)

WoE

Beweiskraft der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit, die als Grundlage für ein verantwortungsvolles Treffen von Entscheidungen verwendet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Internationalen Norm ist WoE vor allem im methodologischen Sinn gemeint, mit allen verfügbaren Daten, die aus verschiedene Linien der Beweiserhebung erhalten wurden, die an der abschließenden Schlussfolgerung, möglicherweise auf der Grundlage einer quantitativen Gewichtung, beteiligt sind. Hintergrundinformationen zu Normierung, Gewichtung und WoE sind in [10], [13], [39], [52], [57] enthalten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einem festgelegten Budget für die TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit sollte die WoE für die gesamten Untersuchungsparameter und Häufigkeit der Probenahme optimiert werden. Die Beurteilungskriterien je Parameter und die annehmbare statistische Fehlergrenze (Fehler erster und zweiter Art) sollten so gewählt werden, dass die WOE und die Annahme von möglichen Ergebnissen der Untersuchung durch die Anspruchsgruppen maximiert werden.

2.21

Bodenbeschaffenheit

Gesamtheit der gegenwärtigen positiven oder negativen Eigenschaften im Hinblick auf Bodennutzung und Bodenfunktionen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition schließt sowohl alle anthropogenen als auch alle natürlichen Eigenschaften ein, einschließlich der von Organismen bereitgestellten Leistungen.

2.22

Prüfwert

Screening-Wert

Bodenwert, der, wenn er überschritten wird, eine angenommene mögliche Auswirkung auf eine biologische Bodenstruktur oder eine Bodenfunktion anzeigt

3 Prozessübersicht

Die fünf Hauptschritte der Durchführung eines TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit nach dieser Internationalen Norm sind in Bild 1 zusammengefasst. Nur die Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit selbst (= Ausführungsphase in [37]) ist beschrieben.

Im Grunde genommen besteht die Untersuchung aus einer Entscheidung, ob und wie die Bodenbeschaffenheit an einem bestimmten Standort zu beurteilen ist (Schritt I) (auch als Phase der Entwicklung eines konzeptionellen Standortmodells (en: Conceptual Site Model, CSM) bezeichnet) [17], [18]. Falls diese Entscheidung positiv ist, werden die drei Beweislinien, hier abgekürzt als Chemie, Ökotoxikologie und Ökologie, durchgeführt (Schritte II bis IV). Auf der Grundlage einer integrativen Beurteilung der Untersuchungsergebnisse kann eine Entscheidung z. B. in Bezug auf eine Bodensanierung getroffen werden (Schritt V). Diese Internationale Norm bezieht sich hauptsächlich auf die Schritte II bis IV. Es ist zu beachten, dass sich das Ausmaß des Beitrages (Inputs) von Anspruchsgruppen (linke Seite in Bild 1) und Risikobewertern (rechte Seite in Bild 1) in den verschiedenen Schritten unterscheidet — bei jedem Schritt ist aber ein Beitrag von beiden Seiten erforderlich.

ANMERKUNG Die in dieser Übersicht vorgenommene Beschreibung der Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit kann als die „ideale“ Version angesehen werden (z.B. werden die Schritte und Stufen nacheinander durchgeführt). In Wirklichkeit können die verschiedenen Schritte jedoch in Abhängigkeit von den Verunreinigungen und Standorteigenschaften flexibler durchgeführt werden. Außerdem kann der Prozess beendet werden, sobald eine Entscheidung über das ökologische Risiko eines bestimmten Standorts möglich ist.

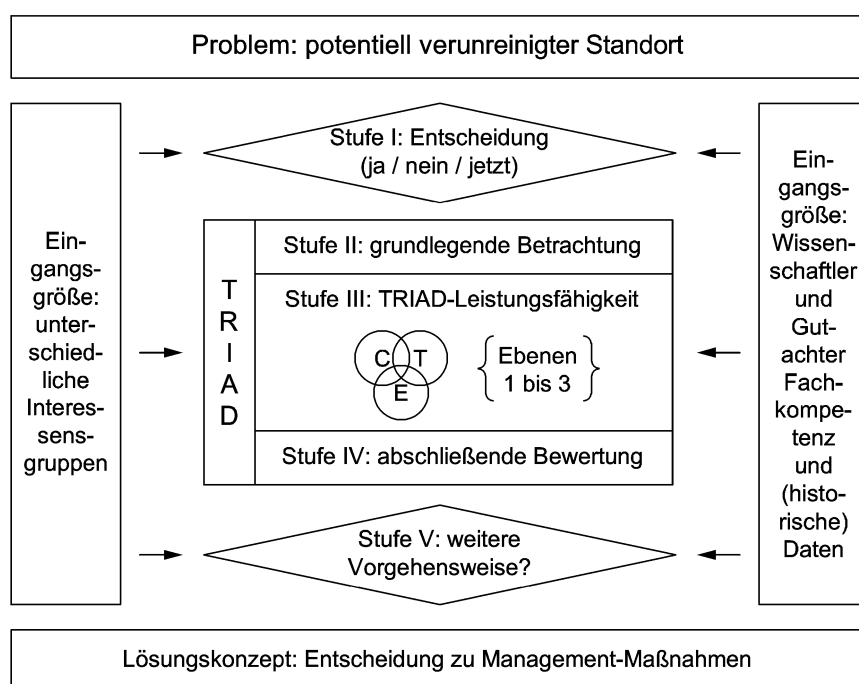


Bild 1 — Graphische Darstellung der fünf Schritte, die bei einer standortbezogenen ökologischen Risikobewertung (TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit) von Bodenverunreinigungen auszuführen sind, um die Entscheidungsfindung in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit zu unterstützen

4 Unsicherheit und Beweiskraft

Die Unsicherheit ist ein Schlüsselfaktor bei der Bewertung ökologischer Risiken.

Eine Bewertung ökologischer Risiken weist verschiedene Unsicherheiten auf [50].

— **Kommunikationsunsicherheit.** Diese Form der Unsicherheit tritt auf, wenn Fachleute mit Landnutzern über ökologische Risiken kommunizieren.

BEISPIEL Übersetzung einer Frage einer Anspruchsgruppe (z. B.: Besteht ein ökologisches Risiko und wie hoch ist es?) in eine wissenschaftliche Frage und Kommunikation über die Ergebnisse der Bewertung. Diese Unsicherheit kann durch gute Koordination zwischen Anspruchsgruppen und Fachleuten verringert werden.

- Modellunsicherheit. Modelle werden bei der Risikobewertung verwendet, um das örtliche Ökosystem zu vereinfachen (sogenannte standortspezifische Modelle). Die Bewertung beruht auf Indikatoren, die verwendet werden, um dieses vereinfachte System quantitativ oder qualitativ zu beschreiben. Die Modellunsicherheit ist folglich mit der offensichtlichen Unvollständigkeit des Modells verbunden; teilweise als Ergebnis einer bewussten Wahl, teilweise infolge von Unkenntnis.

BEISPIEL Eine bestimmte Pflanze kann als Modell für alle Pflanzen im Ökosystem gewählt werden. Die gewählte Pflanze ist nicht immer eine durchschnittlich empfindliche Pflanze oder eine ausreichend exponierte Art von Pflanze und ist deshalb manchmal nicht repräsentativ. Dieser Modellorganismus schließt Auswirkungen auf andere Arten nicht aus.

- Durch die Variabilität bedingte Unsicherheit. Unsicherheit, die sich aus zeitlichen und räumlichen Veränderungen an den Standorten und aus Schwankungen und Fehlern bei den Messungen ergibt.

BEISPIEL Eine Untersuchung ist eine Momentaufnahme, während sich Ökosysteme im Verlauf der Jahreszeiten und der Jahre verändern.

Der in dieser Internationale Norm als inhaltsbasiertes und technisches Rahmenwerk für die Risikobewertung vertretene TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit beruht auf einem optimierten beweiskraftbasierten Ansatz (WoE). Er ist transparent und quantifizierbar bezüglich der Integration der drei unabhängigen Beweislinien. Wenn die drei unabhängigen Beweislinien grob in die gleiche Richtung deuten (eine geringe, mäßige oder starke Auswirkung; quantifiziert auf einer Skala von 0 bis 1 oder von 0 % bis 100 %), ist das ein deutlicher Hinweis dafür, dass die Modellunsicherheit gering ist und die Untersuchung zu Ende geführt werden kann. Wenn die drei unabhängigen Beweislinien nicht in die gleiche Richtung deuten, ist die Modellunsicherheit noch groß und es muss eine neue Stufe durchlaufen werden, um die Modellunsicherheiten ausreichend zu verringern. Die Modellunsicherheit kann zum Beispiel unter Verwendung eines Abweichungsfaktors quantifiziert werden [34].

Der TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ist nicht dafür vorgesehen, die Kommunikationsunsicherheiten zu verringern, auch wenn er dafür verwendet werden kann. Theoretisch sind die Ergebnisse des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit einfach zu kommunizieren und in ökologischer Hinsicht zusammenzufassen, da die biologischen Eigenschaften des Ökosystems auch in der Bewertung am Standort selbst einbezogen sind. In der Praxis müssen die Ergebnisse der einzelnen Beweislinien auch kommuniziert werden, um zu einem umfassenden Verständnis der Endergebnisse zu gelangen.

5 Durchführung eines TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit

5.1 Erster Schritt: Ziel der Untersuchung (Formulierung des Problems und Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit einer standortbezogenen Risikobewertung)

5.1.1 Allgemeines

Die Entscheidung, ob für einen bestimmten potentiell kontaminierten Standort ein TRIAD durchzuführen ist oder nicht, ist Teil einer ökologischen Risikobewertung (en: ecological risk assessment, ERA). Die Einzelheiten einer derartige ERA unterscheiden sich auf nationaler Ebene, häufig beruht diese Entscheidung jedoch auf in einem Dokument zusammengestellten Informationen, das oft als konzeptionelles Standortmodell (CSM) betitelt wird. Dieser Begriff wurde im Vereinigten Königreich für den ersten Schritt eines Rahmenwerks zur ökologischen Risikobewertung bei Verunreinigungen im Boden eingeführt [17] bis [23]. Alle verfügbaren einschlägigen Informationen über den zu beurteilenden Standort, z. B. die vorgesehene (derzeitige und/oder künftige) Bodenbewirtschaftung, die Zielsetzungen der Kommunalverwaltung in Bezug auf den Boden (einschließlich der künftigen Landnutzung) und die mögliche Ökosystembelastung, die durch die Bodenverunreinigungen hervorgerufen werden kann, werden in diesen vorbereitenden Arbeiten (Schreibtischstudie) verwendet. Dieser Schritt umfasst auch die Identifizierung von Kontaminationsquellen, bedeutenden ökologischen Rezeptoren und möglichen Expositionspfaden. Sofern sie zur Verfügung stehen, liefern die Ergebnisse einer ausführlicheren Bodenuntersuchung das Ausmaß und die räumliche Verbreitung der Bodenverunreinigungen. Wenn eine Bodenbelastungskarte zur Verfügung steht, kann diese eine wichtige Quelle für ergänzende Informationen im Hinblick auf die Bodenbeschaffenheit in diesem Gebiet sein.

Dieser gesamte Satz von Informationen kann in drei Quellen geteilt werden:

- a) von gesellschaftlichen, politischen und administrativen Parteien (einschließlich des Besitzers des Standorts) bereitgestellte Fachkenntnisse und Informationen;
- b) Beitrag von Fachleuten (z. B. mit Erfahrung hinsichtlich der konkreten Region, Kontamination oder Ökologie);
- c) Daten aus wissenschaftlichen (Feld- oder Labor-)Untersuchungen oder aus der Literatur.

5.1.2 Entscheidung

Die Entscheidung über den Gegenstand und das Ziel der Untersuchung sollte möglichst eindeutig getroffen werden und das Untersuchungsziel sollte „SMART“ sein:

- Spezifisch: genau beschrieben, so alle betroffenen Personen dasselbe Ziel erkennen;
- Messbar: für die Bewertung der ökologischen Risiken werden quantifizierbare Einheiten verwendet;
- Erreichbar (en: Achievable): das Ziel wird von allen beteiligten Seiten anerkannt;
- Realistisch: finanzielle Bedingungen und andere, z. B. gesetzliche, Beschränkungen werden berücksichtigt;
- Zeitbezogen (en: Time-related): zu Beginn ist klar, wann das Untersuchungsziel erreicht sein sollte und wie mit einer Fristüberschreitung umgegangen werden sollte.

Auf jeden Fall muss der Untersuchungsaufwand in Beziehung mit der Größe des kontaminierten Standorts sowie der Schwere und Komplexität des potentiellen ökologischen Risikos stehen. Der Ausgangspunkt ist, dass sich der Untersuchungsaufwand im richtigen Verhältnis zum Ausmaß des Problems und der (noch) vorhandenen Unsicherheit befindet.

Es ist zu beachten, dass eine derartige Entscheidung stark von nationalen Vorschriften und Praktiken abhängt, die in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich sein können.

5.1.3 An einer ökologischen Risikobewertung beteiligte Anspruchsgruppen

Parteien mit einem Interesse an der Bodenbeschaffenheit am Standort (Anspruchsgruppen) sind:

- Nutzer (lokale, regionale, nationale und gesellschaftliche);
- verantwortliche Organisation (zuständige Behörde, Regierung);
- Besitzer (Wirtschaft).

Andere Parteien (ohne ein unmittelbares Interesse an der Bodenbeschaffenheit an diesem konkreten Standort) sind:

- Fachleute (Bodensachverständige, Ökologen, Ökotoxikologen, Risikobewerter);
- Prüfer (verantwortlich für die Durchführung der Untersuchung);
- Berater (Verfasser, Prozessberater, Mediatoren, Mitarbeiter im Bereich Kommunikation).

Mehrere dieser Parteien oder Funktionen dürfen auch in einer Person kombiniert sein.

Bei einem kleinen Untersuchungsstandort (z. B. eine frühere Tankstelle) kann der Beitrag der Anspruchsgruppen und Fachleute begrenzt bleiben. Bei einem bedeutenden Untersuchungsstandort (z. B. das Gebiet einer früheren chemischen Produktionsanlage) sollte die Funktion der Anspruchsgruppen auf die verschiedenen interessierten Parteien aufgeteilt werden.

ANMERKUNG Der Unterschied zwischen „kleinen“ und „bedeutenden“ Untersuchungsstandorten hängt stark von der konkreten Situation in einer Region oder einem Land ab.

Zu jeder Zeit sollte ein eindeutiger, rückführbarer und transparent angegebener Unterschied zwischen der Funktion der Anspruchsgruppen und dem Input an Fachkenntnissen durch Prüfer und Berater, vorzugsweise (und in Abhängigkeit vom Ausmaß) auch in Bezug auf Aufgaben, die auf verschiedene Personen aufgeteilt sind, gemacht werden. Einzelheiten zu diesen Funktionen sollten im Untersuchungsplan festgelegt sein.

Die Art und Weise, wie Anspruchsgruppen beteiligt werden können bzw. einzubeziehen sind, hängt von den nationalen Vorschriften und Praktiken ab.

5.1.4 Unabhängige Qualitätskontrolle

Da die auf der Durchführung eines TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit beruhenden Entscheidungen weitreichende Folgen sowohl in rechtlicher als auch in finanzieller Hinsicht für (alle?) beteiligten Anspruchsgruppen haben können, ist die Qualität der Tätigkeit und der gewonnenen Daten sicherzustellen. Offensichtlich müssen alle von verschiedenen technischen Normen (z. B. Analyseverfahren, ökotoxikologische Tests usw.; üblicherweise als ISO-Publikationen erhältlich) geforderten Referenz- und Gültigkeitskriterien erfüllt werden. Außerdem sollten der Untersuchungsplan, die Durchführung der Untersuchung, die Integration, die Auswertung und die Berichterstattung z. B. nach den Anforderungen von ISO/IEC 17025 dokumentiert werden, d. h. idealerweise sollte die Organisation, die ein TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit durchführt, akkreditiert sein. Die Einzelheiten der Umsetzung der Qualitätssicherung können hier jedoch aufgrund der Unterschiede in den einzelnen Ländern nicht beschrieben werden.

5.2 Zweiter Schritt: Grundlegende Überlegungen

In Schritt II besteht der erste Teil der praktischen Untersuchung hauptsächlich in der Bewertung ausführlicher Informationen, die für die einzelnen Tests, Analysen und Untersuchungen innerhalb des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit notwendig sind. Diese praktischen Schritte werden anschließend in einem formalen Untersuchungsplan festgelegt. Es ist wichtig, dass im Voraus klar ist, was die Möglichkeiten und Einschränkungen der Untersuchung sind, und dass vorab ein Konsens bezüglich der Gestaltung der praktischen Tätigkeit als auch der Auswertung der Ergebnisse besteht. In der Annahme, dass alle einschlägigen Informationen, die den Untersuchungsstandort beschreiben (z. B. Karten, Klimadaten, Geschichte von Nutzung und Verunreinigungen), bereits in Schritt I zusammengetragen wurden, als die Entscheidung getroffen wurde, dass eine ökologische Risikobewertung notwendig ist, konzentrieren sich die für den Untersuchungsplan erforderliche Informationen hauptsächlich auf zwei Punkte [siehe 1) und 2)]:

1) Umweltzustände:

Die Umweltzustände, die aufgrund der Verunreinigungen gefährdet sein könnten, müssen ermittelt werden. Diese Umweltzustände (einschließlich der Landnutzung) bestimmen, welche Ökosystemleistungen vom Boden an einem bestimmten Standort bereitgestellt werden [12], [5], dessen Biodiversität, insbesondere das Auftreten von Schlüsselarten oder geschützten Arten [60], und alle von Landnutzern speziell erwähnten Ziele. Außerdem ist zu überprüfen, ob umliegende Gebiete ausdrücklich gesetzlich geschützt sind.

2) Kritische Aspekte von Umweltzuständen

Auf der Grundlage der bereits ermittelten Umweltzustände muss entschieden werden, welche Aspekte des Ökosystems Schwerpunkt der Untersuchung werden. Diese kritischen Aspekte hängen von der spezifischen, durch die Bodenverunreinigungen bedingten, Anfälligkeit ab. Vorhandene Literatur und Fachkenntnisse bilden die Informationsquelle dafür. Vorzugsweise werden bei der Auswahl der einzelnen Messparameter sowohl Strukturen (= Biodiversität) als auch Prozesse

(= Funktionen der Bodenorganismengemeinschaft), einschließlich der von der Organismengemeinschaft bereitgestellten Ökosystemleistungen, verwendet.

ANMERKUNG Im Rahmenwerk des UK ist dieser Schritt ausführlicher beschrieben: d. h. die Ermittlung von ökologischen Rezeptoren, die potentiell Besorgnis erregen (z. B. Arten von besonderem (Schutz-)Interesse), oder von potenziell bedenklichen direkten/indirekten Wirkungspfaden [18].

Beurteilungskriterien. Zwischen der zuständigen Behörde, den Anspruchsgruppen und den Prüfern müssen Vereinbarungen über die Art und Weise getroffen werden, in der die Ergebnisse der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit beurteilt werden (diese Vereinbarungen sind im Untersuchungsplan aufzuzeichnen). Dabei geht es um die Begrenzung von und den Umgang mit Unsicherheiten in den Untersuchungsergebnissen. Eine schwerpunktmäßige Untersuchung (z. B. ein gestaffelter Ansatz bei der Durchführung praktischer Studien) verringert diese Modellunsicherheit. Eine angemessene Verringerung der Unsicherheit ist für die wissenschaftliche Untermauerung der Entscheidungsfindung hinsichtlich der Bodenbewirtschaftung oder -sanierung erforderlich. Die Vereinbarungen sollten sich mindestens auf Folgendes beziehen:

a) Die Festlegung eines Maßstabs unter Verwendung von Bezugsdaten. Zu diesem Zweck:

- sollte für jeden gemessenen oder abgeleiteten Untersuchungsparameter eine geeignete Vergleichsbasis gewählt werden (vorzugsweise standortspezifisch oder gebietsspezifisch); diese Vergleichsbasis wird auf der Auswirkungsskala mit 0 % eingestuft;
- wird für jeden Untersuchungsparameter eine (möglicherweise theoretische) Stufe von 100 % festgelegt;
- muss für jeden Untersuchungsparameter entschieden werden, wie die Messung von 0 % bis 100 % normiert wird (zum Beispiel eine lineare Beziehung) oder wie eine Stimulation interpretiert wird (0 % Auswirkung oder eine Auswirkung, die sich aus einer plausiblen Beziehung zu Auswirkungen von Verunreinigungen ergibt, die negativ bewertet werden). Bei einem WoE-Ansatz (siehe 2.21) sind die Extremwerte des Maßstabs (die ersten beiden vorstehenden Anstriche) für die Bewertung wichtiger als die Beziehung zwischen den beiden Extremwerten.

Bei einer Bewertung mit dem TRIAD für die Bodenbeschaffenheit ist eine entsprechende Normierung für die Integration von Daten aus drei verschiedenen Beweislinien unerlässlich.

b) Entwurf mit Gewichtungsfaktoren für die verschiedenen Untersuchungsparameter.

Ein Ausgangspunkt kann eine gleiche Gewichtung der in den Beweislinien des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit zu unterscheidenden Beurteilungsparameter und eine gleiche Gewichtung der drei Beweislinien des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit sein.

c) Vereinbarungen zur Verringerung von Unsicherheiten in der Risikobewertung:

Sie werden a) durch Berücksichtigung von Schwankungen und b) durch Berücksichtigung von Modellunsicherheiten verringert. Beide Unsicherheiten können auf verschiedene Weise verringert werden. Für jeden Untersuchungsparameter können die optimale Probenahmestrategie und der optimale Probenumfang bezüglich der erwarteten (natürlichen) Streuung bestimmt werden. Modellunsicherheiten können durch Auswahl von mehr und besseren Parametern verringert werden. Das Ziel besteht darin, sowohl Fehler der ersten als auch der zweiten Art soweit wie möglich zu begrenzen.

d) Die Abweichung von Beurteilungskriterien für die Unsicherheit, eine Verringerung der Modellunsicherheiten als Ergebnis des WoE-Ansatzes (TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit) und unannehmbare Auswirkungen. Grundsätzlich sollte der Schwerpunkt der Bewertung auf der Verringerung von Unsicherheiten liegen. Sobald die Unsicherheiten ausreichend verringert wurden, kann das System unter Verwendung der integrierten Untersuchungsergebnisse bewertet werden. Da ein WoE-Ansatz in der TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit aus drei Beweislinien besteht, ist eine Integration immer notwendig.

Wenn die vorstehend angeführten Arbeiten abgeschlossen sind, wird der endgültige Untersuchungsplan ausgearbeitet, der die hinsichtlich der Gestaltung der Untersuchung, der Beurteilungskriterien und der Auswertung von Untersuchungsergebnissen getroffenen Vereinbarungen enthält. Nach der Zustimmung der Anspruchsgruppen wird der Untersuchungsplan der zuständigen Behörde vorgelegt. Eine Beratung mit dieser Behörde wird empfohlen, eine Genehmigung der geplanten Studie ist jedoch nicht zwingend notwendig.

ANMERKUNG Die Einbeziehung der zuständigen Behörde bereits bei den ersten Gesprächen zum Untersuchungsplan kann vermeiden, dass der Untersuchungsplan erneut zu begründen und abzuändern ist. Die Rolle der zuständigen Behörde kann sich in unterschiedlichen Ländern stark unterscheiden.

5.3 Dritter Schritt: Praktische Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit

5.3.1 Allgemeines

Der TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ist ein leistungsfähiger beweiskraftbasierter Ansatz, der ursprünglich entwickelt wurde, um die Sedimentqualität zu bewerten [32]. Im terrestrischen Kompartiment liegen weniger Erfahrungen zur praktischen Anwendung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit vor (siehe jedoch [30]). Die Untersuchung wird nach dem Untersuchungsplan durchgeführt, wie in 5.3 dargelegt. Die Berichterstattung der Untersuchungsergebnisse sollte die in Abschnitt 6 dargelegten Anforderungen erfüllen. Im Folgenden werden der Gesamtaufbau des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit (d. h. als gestaffelter Prozess), die drei Beweislinien als Teil eines WoE-Ansatzes und geeignete Verfahren für jede Stufe und jede Untersuchungsrichtung (sogenannte Toolboxes) beschrieben.

5.3.2 Stufen des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit

Der TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit darf verschiedene Stufen einschließen, wobei jede aufeinanderfolgende Stufe fein auf die standortspezifischen Gegebenheiten abgestimmt ist. Auf der ersten Stufe ist die Erkundung einfach, breit angelegt und allgemein. Auf den späteren Stufen dürfen spezifischere und komplexere Tests und Analysen angewendet werden. Der gestaffelte Ansatz wird aus verschiedenen Gründen gewählt, der wichtigste davon ist die Wirtschaftlichkeit. Jede nachfolgende Stufe ist durch eine zunehmende Komplexität charakterisiert (Bild 2); d. h. sowohl die ökologische Wirklichkeit aber auch Aufwand und Ressourcen müssen beim Übergang von Stufe 1 zu Stufe 3 zunehmen. Wenn bei der Auswertung der Ergebnisse einer bestimmten Stufe des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit Menge und Qualität der Daten hoch sind (d. h. die Unsicherheit gering ist), dann darf die ökologische Risikobewertung abgeschlossen werden und bei Bedarf dürfen Maßnahmen eingeleitet werden (Bild 2). Wenn noch ein hoher Grad der Unsicherheit besteht (angezeigt z. B. durch widersprüchliche Ergebnisse aus den drei Beweislinien) oder das Ergebnis der Bewertung nicht annehmbar ist, sind weitere Untersuchungen auf einer höheren Stufe wünschenswert. Die Informationen aus vorangegangenen Stufen können bei der Bewertung der nächsten Stufe verwendet werden. Am Ende jeder Stufe erfolgt eine Bewertung. In dieser Bewertung werden alle verfügbaren Ergebnisse verwendet, einschließlich Ergebnisse aus vorangegangenen Stufen. Die Daten sollte nur gelöscht werden, wenn eine weitere Untersuchung gezeigt hat, dass ein Ergebnis nicht verlässlich ist, z. B. wenn die Gültigkeitskriterien aufgrund einer geringen Qualität des Prüforganismus oder hoher Temperaturschwankungen in einer Klimakammer nicht erfüllt werden.

Auf jeden Fall endet die Arbeit in diesem gestaffelten Ansatz, wenn ausreichend Daten für eine in Schritt IV durchzuführende abschließende Bewertung zur Verfügung stehen.

ANMERKUNG Bei jedem Schritt des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit können verschiedene Verfahren aus den drei Beweislinien angewendet werden. Wenn es am kostengünstigsten angesehen wird, ist es immer möglich, nach jeder Stufe weitere Untersuchungen einzustellen und entweder die Landnutzung neu festzulegen oder bei Bedarf notwendige Maßnahmen zur Sanierung oder Verhinderung der Verbreitung von Verunreinigungen einzuleiten.

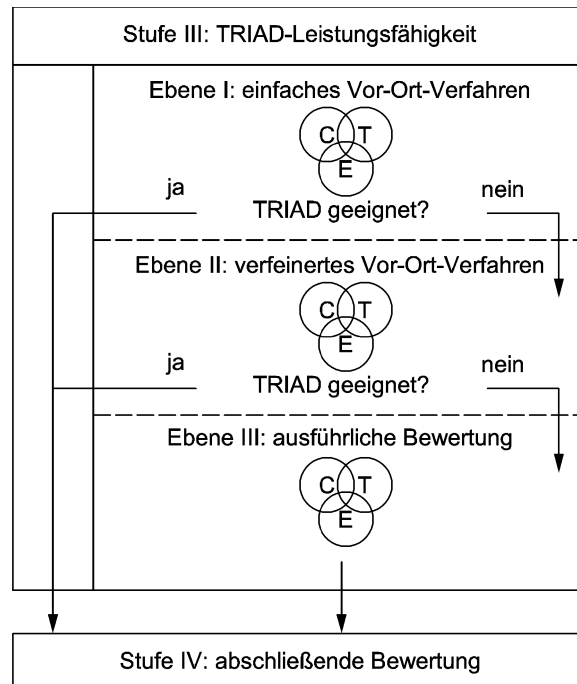


Bild 2 — Schematische Darstellung des gestaffelten Ansatzes bei der Durchführung einer TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit

5.3.3 Beweislinien des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit

Der TRIAD-Ansatz in der Bodenbeschaffenheit besteht aus drei Beweislinien (LoE) (in der Literatur oft als „Standbeine“ bezeichnet), d. h. Chemie, Ökotoxikologie und Ökologie (Bild 3). Diese LoE können wie folgt definiert werden: