

DIN EN ISO 15175

ICS 13.080.40

Entwurf

Einsprüche bis 2017-08-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 15175:2011-09

**Bodenbeschaffenheit –
Charakterisierung von Boden hinsichtlich des Grundwasserschutzes
(ISO/DIS 15175:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 15175:2017**

Soil quality –

Characterization of soil related to groundwater protection (ISO/DIS 15175:2017);
German and English version prEN ISO 15175:2017

Qualité du sol –

Caractérisation des sols en relation avec la nappe phréatique (ISO/DIS 15175:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 15175:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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, 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 117 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15175:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 119-01-02-03 UA „Standortbeurteilung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung von beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Es wird darauf hingewiesen, dass für diesen Norm-Entwurf die Bilder der Originalfassung auch für die deutsche Fassung verwendet und jeweils mit einer Legende zur Übersetzung der englischen Begriffe ins Deutsche ergänzt wurden.

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

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

ISO 5667-1	siehe	DIN EN ISO 5667-1
ISO 5667-3	siehe	DIN EN ISO 5667-3
ISO 6341	siehe	DIN EN ISO 6341
ISO 6468	siehe	DIN EN ISO 6468
ISO 6878	siehe	DIN EN ISO 6878
ISO 7150-1	siehe	DIN 38406-5
ISO 7888	siehe	DIN EN 27888
ISO 7890-3	siehe	DIN 38405-29
ISO 8245	siehe	DIN EN 1484
ISO 9001	siehe	DIN EN ISO 9001
ISO 9562	siehe	DIN EN ISO 9562
ISO 9964-1	siehe	DIN 38406-14
ISO 9964-2	siehe	DIN 38406-13
ISO 9664-3	siehe	DIN ISO 9964-3
ISO 10301	siehe	DIN EN ISO 10301
ISO 10381-1	siehe	DIN ISO 10381-1
ISO 10381-2	siehe	DIN ISO 10381-2
ISO 10381-3	siehe	DIN ISO 10381-3
ISO 10381-4	siehe	DIN ISO 10381-4
ISO 10381-5	siehe	DIN ISO 10381-5
ISO 10381-6	siehe	DIN ISO 10381-6
ISO 10381-7	siehe	DIN ISO 10381-7
ISO 10382	siehe	DIN ISO 10382
ISO 18400-104	siehe	DIN ISO 18400-104
ISO 18400-202	siehe	DIN ISO 18400-202
ISO 18400-203	siehe	DIN ISO 18400-203
ISO 10523	siehe	DIN EN ISO 10523
ISO 10693	siehe	DIN EN ISO 10693
ISO 11047	siehe	DIN ISO 11047

ISO 11260	siehe	DIN EN ISO 11260
ISO 11261	siehe	DIN EN 16169
ISO 11263	siehe	DIN ISO 11263
ISO 11264	siehe	DIN ISO 11264
ISO 11265	siehe	DIN ISO 11265
ISO 11266	siehe	DIN ISO 11266
ISO 11271	siehe	DIN ISO 11271
ISO 11272	siehe	DIN EN ISO 11272
ISO 11274	siehe	DIN EN ISO 11274
ISO 11275	siehe	DIN EN ISO 11275
ISO 11277	siehe	DIN ISO 11277
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 11369	siehe	DIN EN ISO 11369
ISO/TR 11370	siehe	DIN V 38407-11
ISO 11464	siehe	DIN 19747
ISO 11905-1	siehe	DIN EN ISO 11905-1
ISO 13536	siehe	DIN ISO 13536
ISO 13878	siehe	DIN EN 16168
ISO 14154	siehe	DIN ISO 14154
ISO 14238	siehe	DIN EN ISO 14238
ISO 14239	siehe	DIN ISO 14239
ISO 14254	siehe	DIN EN ISO 14254
ISO 14255	siehe	DIN ISO 14255
ISO 14256-2	siehe	DIN ISO 14256-2
ISO 14507	siehe	DIN 19747
ISO 14869-1	siehe	DIN ISO 14869-1
ISO 14869-2	siehe	DIN ISO 14869-2
ISO 14870	siehe	DIN ISO 14870
ISO 14911	siehe	DIN EN ISO 14911
ISO 15009	siehe	DIN EN ISO 15009
ISO 15089	siehe	DIN ISO 15089
ISO 15178	siehe	DIN ISO 15178
ISO 15473	siehe	DIN ISO 15473
ISO 15799	siehe	DIN ISO 15799
ISO 15913	siehe	DIN EN ISO 15913
ISO 16703	siehe	DIN EN ISO 16703
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO 20279	siehe	DIN ISO 20279
ISO 25177	siehe	DIN EN ISO 25177

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15175:2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde fachlich grundsätzlich überarbeitet, wobei der Schwerpunkt bei der Berücksichtigung möglicher Kontaminationen des Grundwassers durch Altlasten liegt;
- b) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- c) normative Verweisungen sowie bibliografische Hinweise wurden aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 19731, *Bodenbeschaffenheit — Verwertung von Bodenmaterial*

DIN 19747, *Untersuchung von Feststoffen — Probenvorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen*

DIN 38402-30, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Allgemeine Angaben (Gruppe A) — Teil 30: Vorbehandlung, Homogenisierung und Teilung heterogener Wasserproben (A 30)*

DIN 38405-29, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Anionen (Gruppe D) — Teil 29: Photometrische Bestimmung von Nitrat mit Sulfosalizylsäure (D 29); ISO 7890-3:1988, modifiziert*

DIN 38406-5, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E 5)*

DIN 38406-13, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Kalium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Acetylen-Flamme (E 13)*

DIN 38406-14, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Natrium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Acetylen-Flamme (E 14)*

DIN V 38407-11, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Gemeinsam erfaßbare Stoffgruppen (Gruppe F) — Teil 11: Bestimmung ausgewählter organischer Pflanzenbehandlungsmittel mittels Automated-Multiple-Development (AMD)-Technik (F 11)*

DIN EN 1484, *Wasseranalytik — Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)*

DIN EN 12260, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Stickstoff — Bestimmung von gebundenem Stickstoff (TN_b) nach Oxidation zu Stickstoffoxiden*

DIN EN 16168, *Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden — Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehalts mittels trockener Verbrennung*

DIN EN 16169, *Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden — Bestimmung des Kjeldahl-Stickstoffs*

DIN EN 27888, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit*

DIN EN ISO 5667-1, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken*

DIN EN ISO 5667-3, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben*

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

DIN EN ISO 6468, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, Polychlorbiphenyle und Chlorbenzole — Gaschromatographisches Verfahren nach Flüssig-Flüssig-Extraktion*

DIN EN ISO 6878, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Phosphor — Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 9562, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung adsorbierbarer organisch gebundener Halogene (AOX)*

DIN EN ISO 10301, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe — Gaschromatographische Verfahren*

DIN EN ISO 10523, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung des pH-Werts*

DIN EN ISO 10693, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung des Carbonatgehaltes — Volumetrisches Verfahren*

E DIN EN ISO 11260, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung unter Verwendung von Bariumchloridlösung*

DIN EN ISO 11272, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Trockenrohdichte*

DIN EN ISO 11274, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens — Laborverfahren*

DIN EN ISO 11275, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der ungesättigten hydraulischen Leitfähigkeit und des Wasserrückhaltevermögens — Verdunstungsverfahren nach Wind*

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 11369, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel — Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion*

DIN EN ISO 11905-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Stickstoff — Teil 1: Bestimmung von Stickstoff nach oxidativem Aufschluss mit Peroxodisulfat*

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

DIN EN ISO 14254, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Austauschacidität in Bariumchloridextrakten*

DIN EN ISO 14911, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der gelösten Kationen Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} und Ba^{2+} mittels Ionenchromatographie — Verfahren für Wasser und Abwasser*

DIN EN ISO 15009, *Bodenbeschaffenheit — Gaschromatographische Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen — Purge-und-Trap-Anreicherung mit thermischer Desorption*

DIN EN ISO 15913, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von ausgewählten Phenoxyalkancarbonsäure-Herbiziden, einschließlich Bentazon und Hydroxynitrilen mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion und Derivatisierung*

DIN EN ISO 16703, *Bodenbeschaffenheit — Gaschromatographische Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C₁₀ bis C₄₀*

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

DIN EN ISO 25177, *Bodenbeschaffenheit — Bodenbeschreibung im Felde*

DIN ISO 9964-3, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Natrium und Kalium — Teil 3: Bestimmung von Natrium und Kalium mittels Flammenphotometrie*

DIN ISO 10381-1, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen*

DIN ISO 10381-2, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 2: Anleitung für Probenahmeverfahren*

DIN ISO 10381-3, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Anleitung zur Sicherheit*

DIN ISO 10381-4, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 4: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten*

DIN ISO 10381-5, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 5: Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten*

DIN ISO 10381-6, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 6: Anleitung zur Entnahme, Behandlung und Lagerung von Boden unter aeroben Bedingungen für die Beurteilung mikrobiologischer Prozesse sowie der Biomasse und der Diversität unter Laboratoriumsbedingungen*

DIN ISO 10381-7, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 7: Anleitung zur Entnahme von Bodenluftproben*

DIN ISO 10382, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen — Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang-Detektor*

DIN ISO 11047, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt — Flammen- und elektrothermisches atomabsorptions-spektrometrisches Verfahren*

DIN ISO 11074, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch*

DIN ISO 11263, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Phosphor — Spektrometrische Bestimmung des natriumhydrogencarbonatlöslichen Phosphors*

DIN ISO 11264, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Herbiziden — Hochleistungsflüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion*

DIN ISO 11265, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit*

DIN ISO 11266, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung für Laboratoriumsuntersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit von organischen Chemikalien im Boden unter aeroben Bedingungen*

DIN ISO 11271, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Redox-Spannung — Feldverfahren*

DIN ISO 11277, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden — Verfahren mittels Siebung und Sedimentation*

DIN ISO 13536, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der potentiellen Kationenaustauschkapazität und der austauschbaren Kationen unter Verwendung einer bei pH = 8,1 gepufferten Bariumchloridlösung*

DIN ISO 14154, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen — Gaschromatographisches Verfahren mit Elektronen-Einfang-Detektion*

DIN ISO 14239, *Bodenbeschaffenheit — Laboratoriumsinkubationssysteme zur Bestimmung der Mineralisierung von organischen Chemikalien im Boden unter aeroben Bedingungen*

DIN ISO 14255, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und löslichem Gesamt-Stickstoff in lufttrockenen Böden nach Extraktion mit Calciumchloridlösung*

DIN ISO 14256-2, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in feldfrischen Böden nach Extraktion mit Kaliumchloridlösung — Teil 2: Automatisiertes Verfahren mittels segmentierter Durchflussanalytik*

DIN ISO 14507, *Bodenbeschaffenheit — Probenvorbehandlung für die Bestimmung von organischen Verunreinigungen in Böden*

DIN ISO 14869-1, *Bodenbeschaffenheit — Aufschlussverfahren zur nachfolgenden Bestimmung von Element-Gesamtgehalten — Teil 1: Aufschluss mit Flusssäure und Perchlorsäure*

DIN ISO 14869-2, *Bodenbeschaffenheit — Aufschlussverfahren zur nachfolgenden Bestimmung von Element-Gesamtgehalten — Teil 2: Alkalischer Schmelzaufschluss*

DIN ISO 14870, *Bodenbeschaffenheit — Extraktion von Spurenelementen mittels gepufferter DTPA-Lösung*

DIN ISO 15009, *Bodenbeschaffenheit — Gaschromatographische Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen — Thermische Desorption nach Ausblasen und Sammeln auf einem Adsorbens*

DIN ISO 15089, *Wasserbeschaffenheit — Leitlinien für selektive Immunoassays zur Bestimmung von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln*

DIN ISO 15178, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung des Gesamtschwefels nach trockener Verbrennung*

DIN ISO 15473, *Bodenbeschaffenheit — Anleitung für Laboratoriumsuntersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit von organischen Chemikalien im Boden unter anaeroben Bedingungen*

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

DIN ISO 18400-104, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 104: Strategien*

DIN ISO 18400-202, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 202: Historische Recherchen*

DIN ISO 18400-203, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 203: Untersuchungen vermutlich kontaminierter Standorte*

DIN ISO 20279, *Bodenbeschaffenheit — Extraktion von Thallium und Bestimmung durch elektrothermische Atomabsorptionsspektrometrie*

— Leerseite —

Bodenbeschaffenheit — Charakterisierung von Boden hinsichtlich des Grundwasserschutzes (ISO/DIS 15175:2017)

Qualité du sol — Caractérisation des sols en relation avec la nappe phréatique (ISO/DIS 15175:2017)

Soil quality — Characterization of soil related to groundwater protection (ISO/DIS 15175:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	9
5 Beurteilung von Auswirkungen	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Wichtige Bodenprozesse	13
5.3 Verfahren zur Wirkungsabschätzung	14
5.4 Empfindlichkeit und Messunsicherheitsanalyse, Datenbehandlung und -qualität	18
5.5 Validierung im Felde	20
6 Schritt 1 Einfache Beurteilung	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Standort- und Bodenbeschreibung	21
6.3 Einfache Bewertung des Auswaschungsrisikos	22
7 Schritt 2 Zwischenbeurteilung	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Probenahme	24
7.3 Beschreibung von Boden, Wasser und Bodenluft	24
7.3.1 Allgemeines	24
7.3.2 Physikalische Parameter	24
7.3.3 Chemische Parameter	25
7.4 Beurteilung der Wirkung	27
7.4.1 Allgemeines	27
7.4.2 Stoffkonzentration im Bodenwasser	27
7.4.3 Volumen der verlagerbaren Stofffrachten	28
7.4.4 Mobilisierbare Gehalte	28
7.4.5 Abbau organischer Kontaminanten	28
8 Schritt 3 Komplexe Beurteilung	28
8.1 Allgemeines	28
8.2 Biologische Verfahren	29
8.3 Isotopen-Parameter	29
8.4 Geophysikalische Parameter	30
Anhang A (informativ) Hydrogeologische Zusammenhänge	31
Anhang B (informativ) Erforderliche relevante Parameter für die physikalische, chemische und biologische Charakterisierung von Boden, Wasser und Bodenluft	35
Anhang C (informativ) Komplexe Verfahren zur Bewertung des Elutionssrisikos	41
C.1 Einleitung	41
C.2 Gelöste Stoffe (anorganisch und organisch)	41
C.2.1 Berücksichtigung der ungesättigten Zone	41
C.2.2 Berücksichtigung der gesättigten Zone	49

C.3	Organische Stoffe in reiner Phase	49
C.3.1	Analytischer Ansatz	49
C.3.2	Numerischer Ansatz	51
	Literaturhinweise.....	52

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15175:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Soil quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 15175:2011 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 15175:2017 wurde von CEN als prEN ISO 15175:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 190 *Soil quality*.

ISO 15175 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 190/SC 7 *Soil and site assessment* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 15175:2004), die technisch überarbeitet wurde. Diese wesentliche Änderung besteht in der Ausrichtung auf den Umgang mit kontaminierten Flächen. Diese zweite Ausgabe schlägt eine schrittweise Vorgehensweise vor, von einfachen zu komplexen Beurteilungen zur Einschätzung des Einflusses von Bodenkontaminationen auf das Grundwasser.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält eine Anleitung für Grundlagen und Verfahren zur Bewertung von Flächen, Böden und Bodenmaterialien hinsichtlich ihrer Rolle als Kontaminationsquelle des Grundwassers sowie ihrer Funktion bei Transport, Abbau und Umwandlung kontaminierender Stoffe. Der Schwerpunkt liegt auf dem Umgang mit kontaminierten Flächen, der Beschreibung und Aufstellung einschlägiger Überwachungsstrategien, Verfahren für die Probenahme, Bodenbehandlungen und analytischer Verfahren.

Diese Anleitung gilt für die Beurteilung der Wirkung von Kontaminanten auf das Grundwasser in Bezug auf:

- Trinkwasserqualität;
- Bewässerungswasserqualität;
- Wasser für Viehtränken;
- industrielle Anwendungen;
- Grundwasserneubildung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 5667-11, *Water quality — Sampling — Part 11: Guidance on sampling of groundwaters*

ISO 9001, *Quality management systems — Requirements*

ISO 11074, *Soil quality — Vocabulary*

ISO 18400-104, *Soil quality — Sampling — Part 104: Strategies*

ISO 18400-202, *Soil quality — Sampling — Part 202: Preliminary investigations*

ISO 18400-203, *Soil quality — Sampling — Part 203: Investigation of potentially contaminated sites*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO 25177, *Soil quality — Field soil description*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

3.1

Grundwasserleiter

Wasser enthaltende geologische Formation (Sohle oder Schicht) durchlässigen Gesteins oder unverfestigten Materials (z. B. Sand oder Kies), geeignet, ergiebige Wassermengen zu leiten

[QUELLE: ISO 5667-11:2009]

3.2

Kontaminant

Stoff oder Mittel, der bzw. das im Boden als Ergebnis menschlicher Tätigkeit vorhanden ist; siehe auch Schadstoff (3.9)

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Definition gibt es keine Annahme, dass ein Schaden ein Ergebnis des Vorhandenseins einer Verunreinigung ist.

3.3

gelöster organischer Kohlenstoff

DOC

Konzentration an organischem Kohlenstoff, die nach Filtration und/oder Zentrifugation nach festgelegten Bedingungen in Lösung bleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ausgedrückt in mg/, g/m³

3.4

Grundwasser

Wasser in der gesättigten und/oder ungesättigten Zone einer unterirdischen geologischen Formation oder einer künstlichen Ablagerung, wie konditionierter Boden, z. B. Verfüllmaterial

[QUELLE: ISO 5667-11:2009]

3.5

Grundwasseroberfläche

Grundwasserspiegel

obere Grenzfläche des Grundwassers

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.6

schwebendes Grundwasser

Isolierter Grundwasserkörper in der ungesättigten Zone, begrenzt in lateraler und vertikaler Ausdehnung, der oberhalb eines deutlich größeren Grundwasserkörpers liegt und nach oben durch eine unterbrochene, gering permeable Oberfläche (diskontinuierlicher Aquitard)

[QUELLE: ISO 5667-11:2009]

3.7

Sickerwasser

eindringendes Wasser, das sich durch Schwerkraft in den Poren abwärts bewegt

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.8

Stoffeintrag aus einer Punktquelle

Eintrag einer Substanz aus einer einzelnen stationären Quelle von genau festgelegter Größe

Anmerkung 1 zum Begriff: Derartige Quellen sind z. B. Schornsteinemissionen, Stoffeintrag bei Unfällen, AbfalldPONen, Stoffeintrag in Böden von Industrieanlagen, größere Leckagen aus Abwasserkanälen und anderen Rohrleitungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Stoffeinträge aus Punktquellen können sowohl zu lokal Bodenkontaminationen als auch zu verhältnismäßig gleichmäßig kontaminierten Standorten führen.

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.9

Schadstoff

Stoff oder Agens der/das im Boden (oder im Grundwasser) vorhanden ist und auf Grund seiner Eigenschaften, Menge oder Konzentration die Bodenfunktion oder Bodennutzung beeinträchtigt

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.10

Porenwasser

Wasser, das die Poren oder Hohlräume in einem Gesteinskörper oder Boden ausfüllt

[QUELLE: ISO 5667-11:2009]

3.11

Gefährdungseinschätzung

Prozess der Risikoanalyse und Auswertung von schädlichen Wirkungen auf den Menschen und die Umwelt unter Berücksichtigung der Art, des Ausmaßes und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintritts

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.12

Boden

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

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.13

Bodencharakterisierung

Bestimmung der maßgeblichen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Böden

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.14

Bodenfunktion

Beschreibung der Bedeutung von Böden für den Menschen und die Umwelt

BEISPIEL Steuerung von Substanzen und Energiezyklen als Bestandteil von Ökosystemen, Grundlage für das Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen, Grundlage für die Standfestigkeit von Gebäuden und Straßen, Grundlage für die Erträge aus Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, Träger des genetischen Reservoirs, Archiv der Naturgeschichte, archäologisches und paläoökologisches Archiv

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.15

Bodenluft

Gas und Dampf im Porenraum von Böden

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.16

Bodenmaterial

Bodenaushub, Baggergut und Boden, der einer Behandlung zur Entfernung, Zerstörung oder Verringerung von umweltverfügbaren Kontaminanten unterzogen wurde

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.17

Bodenporen

Teil des Bodenvolumens zwischen den Feststoffpartikeln des Bodens

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.18

Bodenwasser

gesamtes Wasser aus der ungesättigten und gesättigten Zone

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.19

gesamter organischer Kohlenstoff

TOC

gesamter in der organischen Substanz enthaltener Kohlenstoff

[QUELLE: ISO 11074:2015]

3.20

ungesättigte Zone

Teil des Aquifers, in dem die Zwischenräume nicht vollständig mit Wasser gefüllt sind

[QUELLE: ISO 6107-2:2006]

4 Allgemeines

Böden sind aufgrund ihrer Speicher- und Filterfunktionen von zentraler Bedeutung für den Wasserkreislauf und besitzen einen anhaltenden Einfluss auf die Wasserbilanz und die Grundwasserqualität. In diesem Zusammenhang muss die Aufmerksamkeit auf folgende Funktionen gerichtet werden:

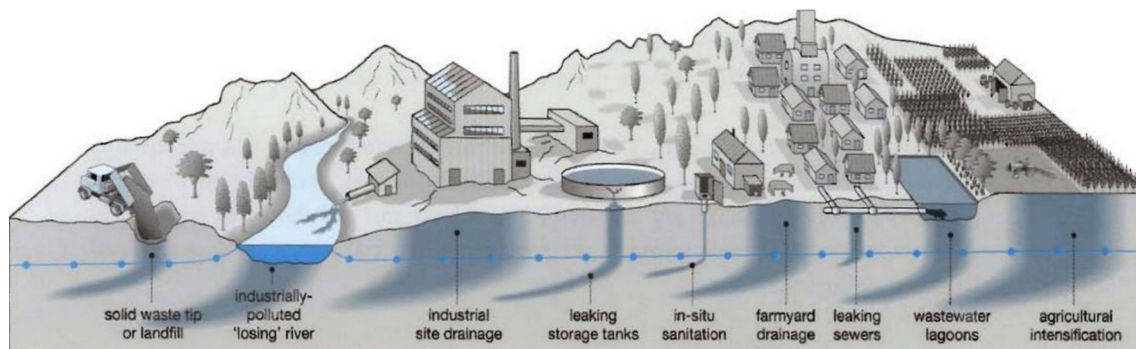
- mechanische Filterfunktionen (Zurückhaltung von suspendiertem Schlamm und partikulären Kontaminanten);
- chemische Filterfunktionen (Sorption und Mobilisierung von Stoffen);
- Umwandlungsfunktionen (Abbau oder Umwandlung von Stoffen).

Boden wird als poröses Medium verstanden, das aus drei Phasen besteht — der festen Phase, der flüssigen Phase und der gasförmigen Phase. Das Verhältnis dieser drei Phasen und ihrer jeweiligen Zusammensetzungen ist zeitlich und räumlich sehr unterschiedlich.

Die Bewertung von Kontaminationen, die die Grundwasserqualität beeinflussen, setzt fundierte Kenntnisse über die ablaufenden Prozesse und Reaktionen von potenziell toxischen Verbindungen, die in Böden vorhanden sind, voraus. Kontaminanten werden in allen drei Phasen des Bodens als Funktion der Eigenschaften der Chemikalien und des Bodens verlagert. Somit sollten sich die Strategien für die Bewertung von Gefährdungen für das Grundwasser aufgrund der Bodenkontamination in Abhängigkeit von den betrachteten verunreinigenden Stoffen unterscheiden. Es sollten in erster Linie diejenigen Bodeneigenschaften berücksichtigt werden, die die Filter-, Rückhalte-, Freisetzungs- und Umwandlungsfunktionen der Böden steuern.

Dampfförmige Kontaminanten, insbesondere flüchtige organische Verbindungen (VOCs), können als Gasphase in die ungesättigte Zone eindringen. Kenntnis über die Beschaffenheit der Bodenluft in der ungesättigten Zone erlaubt die Bestimmung der Kontamination bevor diese die gesättigte Zone erreicht, aber auch in der gesättigten Zone.

Neben den Eigenschaften der Chemikalien und des Bodens, die das Verhalten der Kontaminanten in Böden steuern, sollten bei der Planung geeigneter Strategien für die Gefährdungsabschätzung hinsichtlich einer Grundwasserkontamination auch die unterschiedlichen Pfade bewertet werden, über die verunreinigende Stoffe in die Böden gelangen. Eine Kontamination von Boden und Grundwasser kann durch unterschiedliche Quellen auf unterschiedlichen räumlichen Maßstäben verursacht werden, siehe Bild 1.



Legende

Solid waste tip or landfill
Industrially polluted 'losing' river
Industrial site drainage
Leaking storage tanks
In-situ sanitation
Farmyard drainage
Leaking sewers
Wastewater lagoons
Agricultural intensification

Abfallablagerung oder Deponie
Industriell verschmutzter wasserabgebender Fluss
Industrielle Abwasserableitung
Undichte Tanklager
In-situ-Sanierung
Landwirtschaftliche Abwasserableitung
Undichte Abwasserkanäle
Klärteiche
Landwirtschaftliche Intensivflächen

Bild 1 — Typische Quellen von Grundwasserkontaminationen (Schwerpunkt im Bereich des Umgangs mit kontaminierten Flächen) [33]

Auf regionalen und kleineren Maßstäben wird die Bodenkontamination beispielsweise durch nasse und trockene atmosphärische Deposition verursacht und hat bei überwiegend moderatem Kontaminationsgrad einen diffusen Charakter. Im lokalen Maßstab können eine Vielzahl von Punktquellen alle Arten und Ausmaße einer Boden- und Grundwasserkontamination verursachen. Im Fall von nicht mischbaren Kontaminanten (z. B. Kohlenwasserstoffe) bilden sich meist vom Wasser separierte flüssige Phasen von Kontaminationen. Eine Fraktion ist löslich und in der Lage, in das Grundwasser zu migrieren. In der ungesättigten Zone könnte eine weitere Fraktion in der Dampfphase vorliegen. Abhängig von der relativen Dichte in Wasser, ist das Verhalten des Kontaminanten sehr verschieden. Leichtlösliche nicht wässrige Flüssigphasen (LNAPL) weisen eine geringere und schwerlösliche nichtwässrige Flüssigphasen eine höhere Dichte auf als Wasser. Die meisten punktförmigen Kontaminationsquellen können grundwasserbezogen auch als diffuse off-Site-Quellen betrachtet werden. Folglich erfordern verschiedene Kontaminationsszenarien in Abhängigkeit von den Kontaminationsquellen und Maßstäben unterschiedliche Untersuchungsstrategien im Hinblick auf eine Grundwassergefährdungsabschätzung. Darüber hinaus sind Untersuchungen der Wirkung auf das Grundwasser abhängig vom Aquifersystem: ungespannt oder gespannt (Bilder A.1) und der Porositätstyp: poröses Medium, Medium mit Spalten/Rissen, oder Karsträume (Bilder A.2). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es keine einheitlichen Grundsätze für die Untersuchung und Bewertung von kontaminierten Böden und kontaminierten Standorten hinsichtlich des Schutzes der Wasserressourcen.

Die Untersuchungsstrategien können einfach bis komplex sein. Qualitative Ansätze beziehen sich meistens auf eine Bewertung von z. B. des möglichen Risikos, dass Chemikalien durch den Boden in Richtung des Grundwassers ausgewaschen werden. Im Gegensatz zu komplexen oder quantitativen Ansätzen wird die Höhe der tatsächlichen Bodenkontamination nicht berücksichtigt. Diese Art von Ansätzen kann auch dazu verwendet werden, größere Gebiete hinsichtlich ihrer Fähigkeit zum Schutz von Grundwasserressourcen gegen Kontamination zu klassifizieren oder als eine einleitende Stufe bei der Bewertung eines tatsächlich kontaminierten Standortes zu dienen.

Für die Bewertung des Einflusses eines Standortes mit spezifischer Bodenkontamination auf das Grundwasser, sind quantitative Ansätze anzuwenden, die auf standortspezifischen Untersuchungsverfahren, einschließlich Labor- und/oder Feldmessungen, beruhen. Die Labormessungen können physikalische, chemische und biologische Untersuchungen sowie Auslaugungsversuche umfassen. Bewertungen dieser Art sollten auch die natürlichen Hintergrundkonzentrationen eines Stoffes und weitere natürliche Bedingungen berücksichtigen, die einen Einfluss auf das Grundwasser haben. Bewertungen des Einflusses auf das Grundwasser werden häufig einen zeitlichen Aspekt aufweisen, weil der tatsächliche Einfluss zum Zeitpunkt der Untersuchung unter Umständen nicht messbar ist, sondern sich erst einige Zeit später bemerkbar machen könnte.

Bewertungen sind auch vom Zweck der Untersuchungen abhängig, z. B. für:

- Erhaltung von Bodenfunktionen zur Vermeidung von Grundwasserkontaminationen;
- Boden- und Grundwasserüberwachung;
- Gefährdungsabschätzung;
- Kontrolle von Abhilfemaßnahmen.

Im Hauptteil dieses Dokuments sind geeignete Verfahren angegeben (siehe Abschnitt 5).

Weil eine Grundwasserbeeinflussung auch Auswirkungen auf das Oberflächenwasser haben kann, wird dieser Aspekt bei einer Gesamtbewertung der Auswirkungen von Bedeutung sein. Dieses Problem wird in diesem Dokument jedoch nicht ausführlich behandelt.

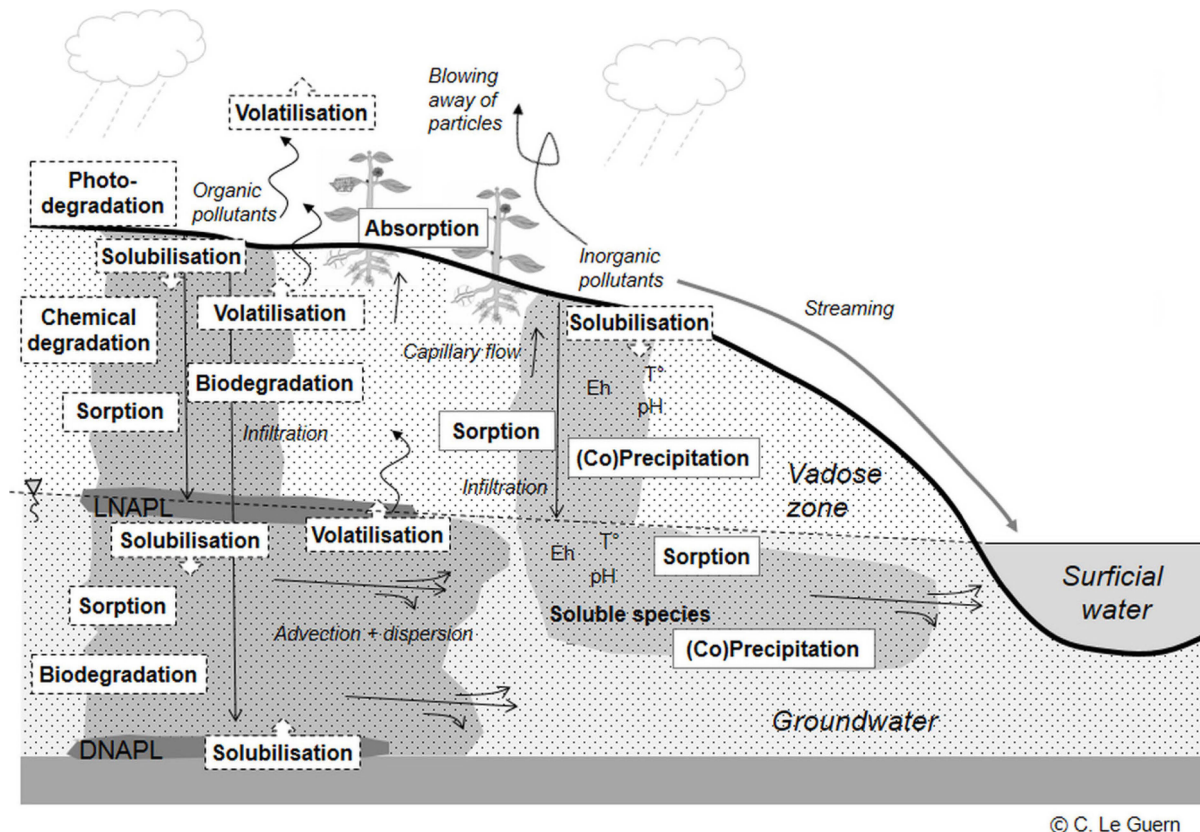
5 Beurteilung von Auswirkungen

5.1 Allgemeines

Eine Voraussetzung für die Beurteilung des Pfades Boden – Grundwasser ist die Bestimmung der relevanten physikalischen, chemischen und biologischen Bodenkennwerte und der hydrologischen Kennwerte des Standortes. Es ist deshalb üblicherweise erforderlich, Daten für die Bewertung der Kontaminationsquelle hinsichtlich der Art und des Ausmaßes der Kontamination und der Ausdehnung der Quelle(n) zu sammeln.

Weiterhin wird es notwendig sein, das Bodenkompartment, das von der Quelle beeinflusst wird, sowie die Faktoren in diesem Kompartiment zu beschreiben, die einen Einfluss auf das Grundwasser haben, z. B. die Geometrie, hydraulische Bedingungen und natürliche chemische und biologische Prozesse. Die Grundwassergefährdung kann durch eine Vielzahl von Prozessen (physikalische, chemische und biologische Prozesse) in dem Bodenkompartment beeinflusst werden. Stoffeinträge in das Bodenkompartment umfassen das Einsickern von Wasser und spezifischer Kontaminanten. Austräge sind Stoffflüsse aus dem Kompartiment der untersuchten Grundwasserzone (z. B. Masse/Volumen/Zeiteinheit).

Bild 2 stellt diese Prozesse schematisch dar. Beschreibungen der relevanten Parameter sind in Tabelle 2 enthalten.



Legende

Absorption
Advection
Biodegradation
Blowing away of particles
Capillary flow
Chemical degradation
(Co)precipitation
Dispersion
Groundwater
Infiltration
Inorganic pollutants
Organic pollutants
Photodegradation
Soluble species
Streaming
Surficial water
Vadose zone
Volatilisation

Absorption
Advektion
Biologischer Abbau
Verwehung von Partikeln
Kapillares Fließen
Chemischer Abbau
(Co)Ausfällung
Dispersion
Grundwasser
Infiltration
Anorganische Schadstoffe
Organische Schadstoffe
Photochemischer Abbau
Lösliche Spezies
Fließrichtung
Oberflächenwasser
Vadose Zone
Verflüchtigung

Bild 2 — Schematische Darstellung für das bei einem Beurteilungsverfahren erfasste Bodenkompartment und der Prozesse, die die Wirkung der Kontamination auf das Grundwasser beeinflussen [24]

Die für die Beschreibung des betreffenden Bodenkompartmentes erforderlichen Informationen umfassen die Pedologie (z. B. Bodeneinheit), die Lithologie des Ausgangsmaterials, die Hydrogeologie (z. B. Permeabilität), physikalisch-chemische Bedingungen (z. B. pH-Wert) und biologische Bedingungen (z. B. Substratverfügbarkeit). Die Untersuchungsfläche für die Bewertung der Wirkung hängt von mehreren Faktoren ab:

- Quelle der Kontamination: diffus oder Hot-Spot;
- Art und Kennwerte der Kontaminanten (z. B. Löslichkeit, Persistenz);
- Art und Kennwerte des Aquifers (z. B. Dispersivität, Geschwindigkeit);
- Nutzung des Aquifers (z. B. Trinkwasserversorgung, industrielle Nutzung).

5.2 Wichtige Bodenprozesse

Der Transport von Kontaminanten in der ungesättigten Zone wird nicht nur durch den Transport des Sickerwassers, sondern auch durch eine Vielzahl biologischer, physikalischer und chemischer Prozesse bestimmt. Welche dieser Prozesse unter den jeweiligen Verhältnissen als wichtig zu betrachten sind, hängt von der Art der Kontaminanten und den vorliegenden Bodenbedingungen ab. Tabelle 1 enthält eine Übersicht über Parameter von Böden und Kontaminanten mit Bezug auf die jeweiligen Prozesse in Böden.

Die Alterung von Kontaminanten beeinflusst verschiedene Prozesse im Boden: Abnahme von Abbau und Mobilität, Zunahme von Sorption und Viskosität. Dieser Parameter sollte für die Wirkungsabschätzung berücksichtigt werden.

Tabelle 1 — Beispiele für Parameter für Böden und Kontaminationen hinsichtlich verschiedener Prozesse im Boden

Prozess	Beispiele für Bodenparameter	Beispiele für Kontaminantenparameter
Massentransport der Kontaminanten	Hydraulische Leitfähigkeit, Sättigungsgrad, Porosität, Porengrößenverteilung, Bodenwasser-Rückhaltefunktionen, relative Permeabilität, Residualsättigung, Benetzbarkeit, Oberflächenspannung, Kapillardruck, Tortuosität	Löslichkeit, Flüchtigkeit, Dichte, Viskosität, Adsorption/Sorption
Transport der Kontaminanten im Wasser:		
Advektion	Druckgradient, hydraulische Leitfähigkeit, Porosität	Diffusionskoeffizient
Dispersion/Diffusion	Dispersion, Porenwassergeschwindigkeit	Flüssigkeitsdichte
Dichtetransport	Porenwassergeschwindigkeit, Bodenschichtung, Viskosität, Dispersion, Dichteänderung	
Bevorzugte Fließwege	Porengrößenverteilung, Rissgröße, Makroporengröße, Konnektivität, Dispersion, Dichteänderung	Viskosität, Dichte, Diffusionskoeffizient

Prozess	Beispiele für Bodenparameter	Beispiele für Kontaminantenparameter
Verflüchtigung	Wassergehalt, Temperatur, Gehalt der chemischen Phase	Dampfdruck, Henry-Koeffizient
Transport der gasförmigen Phase	Wassergehalt, Tortuosität, Druckdifferenzen	Diffusionskoeffizient
Lösen — organische Stoffe	Hydraulische Leitfähigkeit, Tortuosität, Wassergehalt	Löslichkeit, Zusammensetzung der chemischen Phase
Lösen — anorganische Stoffe	Hydraulische Leitfähigkeit, Tortuosität, Wassergehalt	Löslichkeitsprodukt
Ausfällung	pH-Wert, Redoxspannung, andere Bestandteile, Wassergehalt	Löslichkeitsprodukt, Komplexbildungskoeffizient
Komplexbildung	pH-Wert, Ligandenkonzentration, DOC	Stabilitätskonstanten von Komplexen
Ionenaustausch	Kationenaustauschkapazität, Ionenstärke, andere Kationen, pH-Wert	Wertigkeit, Hydratationsgrad
Sorption organischer Stoffe	pH-Wert, organische Substanz, Tongehalt und Mineralogie, spezifische Oberfläche	Octanol/Wasser-Verteilungskoeffizient, Sorptionskoeffizient
Sorption anorganischer Stoffe	pH-Wert, organische Substanz, Tongehalt und Mineralogie, spezifische Oberfläche, nichtkristalline (Nahordnungs-) Oxide und Hydratgele	Sorptionskoeffizient
Abbau Abiotisch Biotisch	Redox-Spannung, pH-Wert, Temperatur Mikroorganismen, Redox-Spannung, Substrat, pH-Wert, Temperatur, Wassergehalt	Vorhandensein von Primärsubstrat, Zersetzbarkeit, Toxizität für Mikroorganismen

5.3 Verfahren zur Wirkungsabschätzung

Für die Vervollständigung einer Beschreibung von Quelle und Boden ist es notwendig

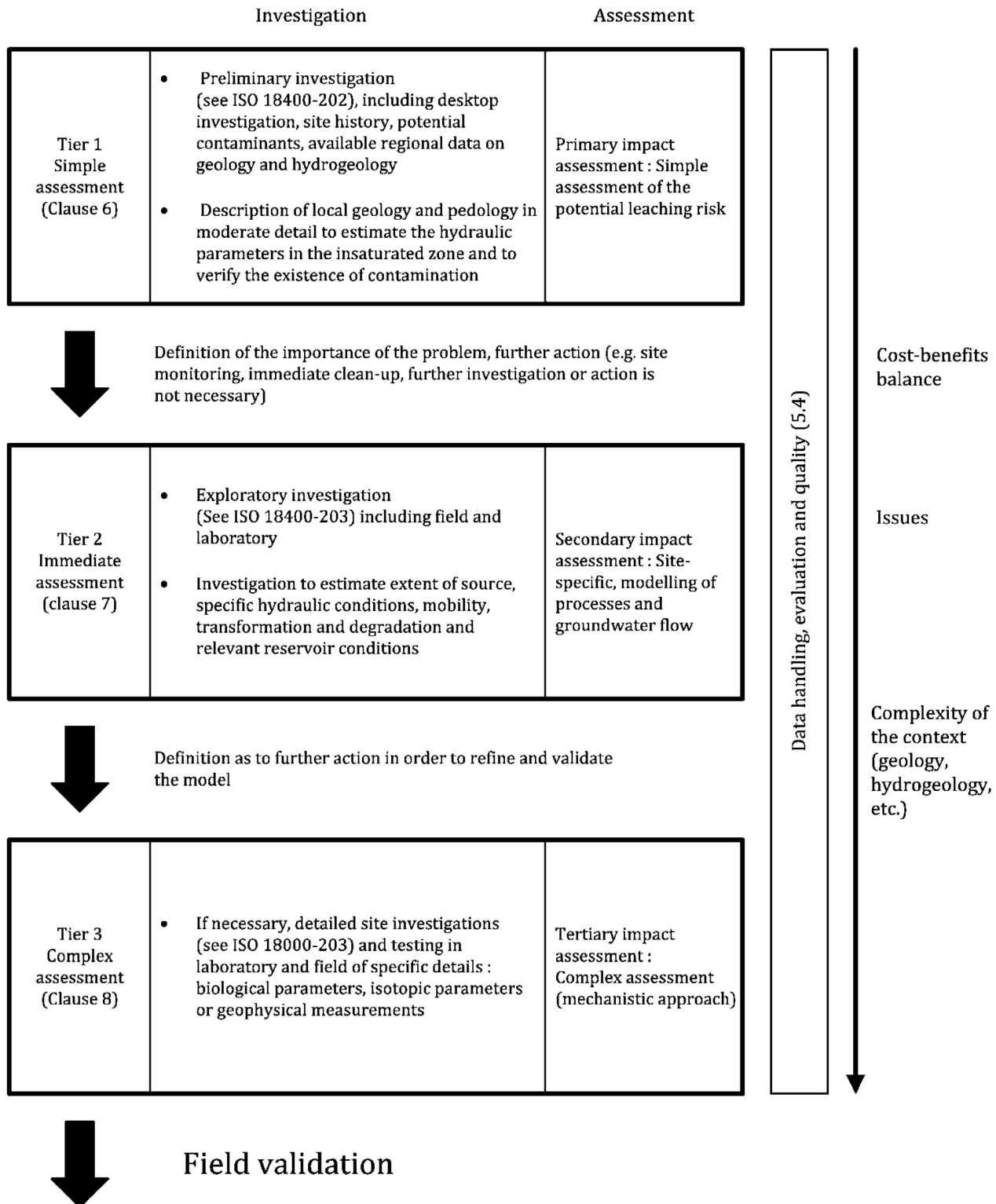
- Strategien zur Beurteilung von standortspezifischen Parametern;
- Strategien für die Probenahme; und
- Strategien für Untersuchung und Prüfung

für jeden Standort und/oder jedes Medium (Boden, Grundwasser, Bodenluft) zu entwickeln, die Einfluss auf das Grundwasser haben.

Diese Strategien sollten bestimmt werden auf der Grundlage der:

- Vorgeschichte des Standorts oder der Fläche;
- verfügbaren Angaben und/oder Ergebnissen vorheriger Untersuchungen;
- Arten von prozessbasierten Behandlungsverfahren, die für den Boden angewendet wurden;
- vorgesehenen Nutzung des Standorts.

Für die Optimierung des tatsächlichen Informationsbedarfs mit Blick auf die Kosten und die erforderliche Dauer der Untersuchungen vor Ort und im Labor sollte die Bewertung in einem schrittweisen Verfahren durchgeführt werden (Siehe Bild 2, das einen generischen Ansatz zeigt, der nach Bedarf angepasst werden kann.). Die Wirkungsabschätzung ist häufig ein iterativer Prozess, wobei jeder Schritt eine Verfeinerung der Beschreibung des Problems darstellt und jeweils zur einer weiter detaillierten Grundlage zur Entscheidungsfindung beiträgt, wie der Notwendigkeit von Rehabilitationsmaßnahmen in Form von Flächensanierungen, Nutzungsbeschränkungen usw. (siehe Schritt 2 in Bild 3).



Legende

Investigation	Untersuchung
Assessment	Beurteilung
Field validation	Feldvalidierung
Cost-benefits balance	Kosten-Nutzen-Balance
Issues	Aspekte
Complexity of the context (geology, hydrogeology, etc.)	Komplexität des Zusammenhangs (Geologie, Hydrogeologie usw.)
Data handling, evaluation and quality (5.4)	Datenverarbeitung, -evaluierung und -qualität (5.)
Tier 1 Simple assessment (clause 6)	Schritt 1 Einfache Beurteilung (Abschnitt 6)
Preliminary investigation (see ISO 18400-202), including desktop investigation, site history, potential contaminants, available regional data on geology and hydrogeology	Voruntersuchung (siehe ISO 18400-202), theoretische Untersuchung, historische Recherche, mögliche Kontaminationen, verfügbare regionale Angaben zu Geologie und Hydrogeologie
Description of local geology and pedology in moderate detail to estimate the hydraulic parameters in the insaturated zone and to verify the existence of contamination	Hinreichend genaue Beschreibung der lokalen Geologie und Pedologie zur Abschätzung der hydraulischen Parameter der ungesättigten Zone sowie zur Bestätigung des Vorhandenseins von Kontaminationen
Primary impact assessment: Simple assessment of the potential leaching risk	Vorläufige Gefährdungsabschätzung: Einfache Beurteilung des möglichen Elutionsrisikos
Definition of the importance of the problem, further action (e.g. site monitoring, immediate clean-up, further investigation or action is no necessary)	Festlegung der Bedeutung des Problems, weiterer Maßnahmen (z.B. Überwachung des Standorts, unmittelbare Reinigung, weitere Untersuchungen oder Maßnahmen sind nicht erforderlich)
Tier 2 Immediate assessment (clause 7)	Schritt 2 Unmittelbare Beurteilung (Abschnitt 7)
Exploration investigation (See ISO 18400-203) including field and laboratory	Orientierende Untersuchung (siehe ISO 18400-203) einschließlich Feld- und Laboruntersuchungen
Investigation to estimate extent of source, specific hydraulic conditions, mobility, transformation and degradation and relevant reservoir conditions	Untersuchungen zur Abschätzung der Ausdehnung der Quelle, spezifischen hydraulischen Bedingungen, Mobilität, Umwandlung und Abbau sowie zutreffender Speicherbedingungen
Secondary impact assessment: Site-specific, modelling of processes and groundwater flow	Zweite Gefährdungsabschätzung: standortspezifische Modellierung von Prozessen und des Grundwasserfließens
Definition as to further action in order to refine and validate the model	Festlegung weiterer Maßnahmen zur Verbesserung und Validierung des Modells
Tier 3 Complex assessment	Schritt 3 Komplexe Beurteilung
If necessary, detailed site investigations (see ISO 18400-203) and testing in laboratory and field of specific details: biological parameters, isotopic parameters or geophysical parameters)	Falls erforderlich, Detailuntersuchung (siehe ISO 18400-203) und Prüfungen von spezifischen Einzelheiten im Labor und vor Ort: biologische Parameter, Isotopenparameter oder geophysikalische Messungen
Tertiary impact assessment: Complex assessment (mechanistic approach)	Dritte Gefährdungsabschätzung: Komplexe Beurteilung (mechanistischer Ansatz)

Bild 3 — Schrittweiser Ansatz der Wirkungsabschätzung

Untersuchungen von kontaminierten Standorten werden üblicherweise durchgeführt, wenn eine Verunreinigung erwartet wird. Dabei kann nach der in ISO 18400-203 gegebenen Anleitung vorgegangen werden. Gegenstand dieser Untersuchungen (siehe Tabelle 2 in 5.2) kann die Ausformulierung einer Grundlage für die weitere Entscheidungsfindung und für die Festlegung, ob ein Standort saniert werden sollte, sein.

Im zweiten Schritt sollte eine historische Recherche mit dem Ziel durchgeführt werden (siehe Abschnitt 6), z. B. Informationen über „Hot Spots“ und Art der Verunreinigung zu sammeln. Wenn keine endgültigen Schlussfolgerungen gezogen werden können, ist es möglicherweise notwendig, die „Hot Spots“ der Verunreinigung im Zuge einer Detailuntersuchung zu ermitteln. Dies umfasst die Bestimmung der Gesamt- und Pseudogesamtkonzentrationen der Stoffe.

Wenn Anzeichen erhöhter Konzentrationen der Kontaminanten aus den orientierenden Untersuchungen vorliegen, sind erste Wirkungspfadbezogene Untersuchungen erforderlich (im Sinne einer vorläufigen Grundwassergefährdungsabschätzung). Die Gefahr der Grundwasserverunreinigung in der gesättigten Zone kann im Allgemeinen aus der Stoffkonzentration im Wasser in der ungesättigten Zone abgeleitet werden (z. B. Infiltration, Kapillarwasser, ungespanntes Wasser).

Die Beurteilung des Wirkungspfads Boden — Grundwasser erfordert innerhalb der Arbeiten des ersten Schritts zur Gefährdungsabschätzung eine Bewertung der Konzentrationen von Stoffen im Sickerwasser, die in das Grundwasser gelangen.

Bei der genaueren Untersuchung kann es erforderlich sein, zusätzlich die Frachten der verlagerbaren Stoffe sowie mögliche mobilisierbare Gehalte und zusätzliche Parameter zu betrachten.

Die Bewertung der Risiken einer Grundwasserverunreinigung aus Bodenverunreinigungen kann mit unterschiedlichem Aufwand erfolgen. Je mehr Daten verfügbar sind, umso mehr Prozesse können durch ein Modell zur Risikoabschätzung berücksichtigt werden. Ein Verfahrensbeispiel enthält Anhang C.

ANMERKUNG Oft werden Berichte, die Beurteilungsergebnisse enthalten, durch Gesetzgeber und andere interessierte Parteien, einschließlich der Öffentlichkeit, eingehend geprüft. Es ist deshalb wichtig, dass solche Berichte einem hohen technischen Standard genügen, aber dennoch auch die verschiedenen, häufig nicht technisch orientierten Leser berücksichtigt. Tabellarische Zusammenfassungen, Grafiken und andere Wege der Datendarstellung sollten verwendet werden, die Verarbeitung und Zugänglichkeit der Daten so einfach wie möglich machen.

5.4 Empfindlichkeit und Messunsicherheitsanalyse, Datenbehandlung und -qualität

Der Zweck der Kennwertermittlung für einen Boden (oder für andere Medien), wie in diesem Dokument vorgeschlagen, wird in der Regel darin bestehen, eine standortbezogene Gefährdungsabschätzung im Hinblick auf das Grundwasser vorzunehmen. Dieses Dokument stellt eine Anleitung für die Daten bereit, die bei einer Bewertung erforderlich sein könnten, und gibt an, für welche Parameter oder Verfahren Internationale Normen vorhanden sind. Der Experte muss diejenigen Parameter auswählen, die für die entsprechende Aufgabe geeignet sind.

Von entscheidender Bedeutung ist die Schätzung der Unsicherheiten, da sie ein Maß für das Vertrauen in die Daten der Standortuntersuchung und schließlich das Endergebnis der Gefährdungsabschätzung darstellen. Die Unsicherheiten betreffen üblicherweise:

- das Ausmaß, in dem die Daten über die Kontamination von Einzelproben räumlich/vertikal repräsentativ für die Standortbedingungen sind;
- die Eignung des Probenahmeverfahrens, um sicherzustellen, dass eine Probe repräsentativ für die Standortbedingungen an dem Punkt ist, an dem sie entnommen wurde;
- der Grad, mit dem die analytischen Daten die tatsächlichen Kennwerte der vorhandenen Kontaminanten widerspiegeln – Konzentrationen, Form/Zustand, Mobilität usw.;
- das Ausmaß des Verständnisses der pedologischen, geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Bedingungen am Standort;

- die Art und Weise, wie sich die Kontaminanten am Standort und angrenzenden Flächen verhalten (Sicherheits- und Transportfragen);
- das Ausmaß, in dem das Verhalten der Rezeptoren, die unter den gegebenen Umständen einem potenziellen Risiko ausgesetzt sind, die Risikoabschätzungen beeinflussen kann;
- das Ausmaß, in dem die Rezeptoren von den Kontaminanten beeinflusst sein können, und welche Rolle dabei die unterschiedlichen Rezeptoreigenschaften spielen.

Eine Analyse der Empfindlichkeit und der Messunsicherheiten sollte zur Bestimmung des Einflusses auf die wesentlichen signifikanten Ergebnisse der Simulationen und Vorhersagemodelle durchgeführt werden. Diese Analyse erlaubt das Verständnis für den Beitrag zur Gesamt-Unsicherheit jedes untersuchten Parameters.

Die Ergebnisse der Bewertung müssen die prognostizierte Wirkung auf die identifizierten Ziele, die Unsicherheiten des Konzepts, die Unsicherheiten bei der Festlegung der Parameter und ihres Einflusses auf das Ergebnis, sowie den Anwendungsbereich des Modells und seine Grenzen, berücksichtigen.

Unsicherheiten, die zu einem Schätzwert gehören, z.B. Konzentrationen von Kontaminanten im Sickerwasser, können verschiedene Ursachen haben. Grundsätzlich können als Ursachen solche, die aus Wissens- oder Informationsunsicherheiten bestehen, von solchen unterschieden werden, die in der natürlichen Variabilität liegen. Die natürliche Variabilität ist eine Eigenschaft, die nicht gemindert werden kann, während Informationsunsicherheiten in gewissem Umfang durch erweiterten Probenahme- oder Messumfang entgegengewirkt werden kann. Informationsunsicherheiten können auf eine unsichere Datenqualität zurückzuführen sein, z.B. Messfehler oder unvollständige Daten, oder aufgrund einer unsicheren Modellstruktur und Parametern vorhanden sein. Unsicherheiten bei Modellstrukturen sind das Ergebnis von Vereinfachungen, Annahmen oder Fehlern bei der Beschreibung eines Modells. Modellunsicherheiten können auch aus Unsicherheiten bei den Modellparametern im Verlauf der Modellanpassung entstehen.

Bei der Betrachtung von Kontaminanten, die aus dem Boden in das Grundwasser sickern, ist es wichtig zu berücksichtigen, dass die bodenbildenden Prozesse physikalischer, chemischer und biologischer Art sind und physikochemischen Gesetzmäßigkeiten im Wesentlichen nicht-linear folgen. Technisch verhalten sich alle Varianten von Konzentrationen der Kontaminanten im Sickerwasser deterministisch in dem Sinne, dass sie das Ergebnis von Bodeneigenschaften sind, die die relevanten Sorptions-, Abbau- und andere Prozesse steuern. Die Empfindlichkeit dieser Prozesse auf kleine Variationen in der Steuerung der Bodeneigenschaften bringt jedoch einige Zufallsfehler mit sich, die im Umkehrschluss zu nicht-bestimmbaren Variationen in der gelösten Phase führen. Zufallsfehler bedingen stochastische Unsicherheiten, die zu Ungenauigkeiten führen, wo hingegen Unsicherheiten in der Modellstruktur (die das Modell zu einer ungenauen Nachvollziehung der zu beurteilen Prozesse führen) deterministische Unsicherheiten bedingen, die zu Ungenauigkeiten führen.

Bevor ein Urteil über den Einfluss auf das Grundwasser getroffen werden kann, sollte beurteilt werden, ob die zu verwendenden Daten über Boden, Bodenluft und Grundwasser ausreichend sind. Diese Daten müssen ausreichend sein hinsichtlich:

- Art,
- Umfang und
- Analyse-/Untersuchungsqualität.

Hinsichtlich der Qualität der Daten ist Folgendes erforderlich:

- Festlegen der Untersuchungsziele;
- Festlegen der Probenahmestrategie;

- Festlegen der Analysen- und Untersuchungsstrategie unter Berücksichtigung der Anleitung in dieser und weiteren Internationalen Norm(en);
- Aufstellen von Qualitätszielen in Übereinstimmung mit dem anzuwendenden Bewertungsverfahren.

ANMERKUNG Anleitungen zu Probenahmestrategien zur Ermittlung der Beschaffenheit von Böden enthält ISO 18400-104, von Bodenluft ISO 18400-204, und von Grundwasser ISO 5667-11.

Es ist wichtig, eine ausreichende Datenmenge zu haben. Die statistische Sicherheit, die mit jeder ausgeführten Beurteilung verbunden werden kann, z. B. durch Vergleich mit den Anforderungen von veröffentlichten Normen (wobei die Anforderungen in diesen Normen hinsichtlich der Probenahme stets eingehalten werden müssen) oder einer standortspezifischen Gefährdungsabschätzung, ist nicht größer als die statistische Sicherheit der vorliegenden repräsentativen Daten.

Der Untersuchende muss die unangemessenen Kosten und Zeitverzögerungen bedenken, die sich aus notwendigen zusätzlichen Probenahmen ergeben, wenn beispielsweise ein bestimmter Parameter nicht bestimmt wurde, als die Gelegenheit dazu gegeben war.

Es muss sorgfältig entschieden werden, welche statistische(n) Angabe(n) der Daten bei der Bewertung anzuwenden sind, weil dies einen Einfluss auf die Auswahl des Probenahmeverfahrens haben kann. Bei Untersuchungen des Einflusses auf das Grundwasser werden statistische Angaben, wie „95 % oberer Vertrauensbereich des Mittelwertes“ oder „beobachteter Höchstwert“ empfohlen.

Die Qualität der zu verwendenden Daten kann durch einige oder alle der folgenden Punkte sichergestellt werden:

- Festlegen formaler Qualitätsziele der Daten (z. B. für Genauigkeit, Vergleichpräzision);
- Anwenden standardisierter Analyse- und Prüfverfahren, wie diejenigen, die in diesem Dokument angegeben sind, oder wenn es keine international genormten Verfahren gibt, diejenigen, die von nationalen Normungs- oder anderen Körperschaften veröffentlicht sind;
- Nutzung von Laboratorien, die nach ISO 9001:2000 akkreditiert sind;
- Nutzung von Laboratorien, die Verfahren anwenden, die unter regionalen Systemen wie ISO/IEC 17025 akkreditiert sind.

5.5 Validierung im Felde

Das Modell ist durch den Vergleich der Ergebnisse der angenommenen Simulation und Messungen im Felde validiert. Die Auslegung und Kalibrierung eines Modells erfolgt iterativ durch den Vergleich der Messergebnisse mit den Ergebnissen der Simulation.

6 Schritt 1 Einfache Beurteilung

6.1 Allgemeines

Der erste Schritt umfasst Voruntersuchungen, wie in ISO 18400-202 beschrieben, die auf theoretischen Untersuchungen und begrenzten Felduntersuchungen beruht und das Ziel haben, eine Anfangsbewertung der Gefährdung durchzuführen. Dieser Schritt beinhaltet eine Einschätzung der Bodengeometrie, der Bodeneinheit und der hydrologischen Bedingungen auf der Grundlage von allgemeinen Kenntnissen über die Fläche, möglicherweise ergänzt durch einige Felddaten hinsichtlich der örtlichen Bedingungen. Spezifische hydraulische Parameter (z. B. hydraulische Leitfähigkeit, Wasserrückhalteeigenschaften und Infiltrationsrate) können auch auf Grundlage geeigneter Literatur geschätzt werden (Pedotransferfunktionen und/oder Datenbasen). Das Vorhandensein der zu untersuchenden Verunreinigungen und anderer interessierender Stoffe (z. B. Vorhandensein natürlich auftretender Stoffe, die eluiert werden können) und deren mögliche Konzentrationen werden auf der Grundlage der Vorgeschichte des Standortes und einiger Analysen von Boden- und Wasserproben und/oder Bodenluftmessungen abgeschätzt. Die relevanten Transport- und Abbau- bzw. Zersetzungsprozesse werden näherungsweise aus Angaben abgeleitet, die für die jeweiligen Bodenbedingungen und Verunreinigungen aus der Literatur entnommen werden können. Die Mobilität anorganischer Verunreinigungen kann durch Untersuchung des Boden/Wasser-Verteilungskoeffizienten (K_d) geschätzt werden. Im Schritt 1 können qualitative Verfahren, wie beispielsweise in Anhang C, C.2.1.1 und C.2.1.2 aufgeführt, nützlich sein.

Erforderliche Parameter zur physikalischen und chemischen Charakterisierung sind zusammen mit geeigneten Verfahren für ihre Bestimmung oder Auswertung in Anhang B aufgeführt.

Wenn sich aus der Bewertung nach Schritt 1 ein Bedarf für eine vertiefte Bewertung ergibt, sollte die Bewertung nach Schritt 2 durchgeführt werden. Die erforderlichen Untersuchungen, bestehend aus Probenahme, chemischer Analyse und Felduntersuchungen werden auf der Grundlage von Schritt 1 geplant.

6.2 Standort- und Bodenbeschreibung

Die Bewertung der möglichen Einflüsse des verunreinigten Bodens auf das Grundwasser erfordert allgemeine Angaben über den zu untersuchenden Standort. Die wichtigsten Parameter für die Standortbeschreibung werden in Tabelle 2 angegeben. ISO 18400-202 ist anzuwenden. Der Umfang, in dem diese Angaben erfasst werden sollten, und der erforderliche Grad der Detailliertheit sollten eng auf das Ziel der Untersuchung bezogen werden, das in erster Linie von der erwarteten Art und Verteilung einer Verunreinigung abhängig ist (siehe ISO 18400-203). In der Stufe der theoretischen Untersuchung (Schritt 1 nach Bild 3) schließt die Sammlung von Informationen keine Feldarbeiten ein, jedoch kann bei weiteren Untersuchungsschritten die Sammlung genauerer Felddaten notwendig werden. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Zuverlässigkeit der Dateninterpretation und die Gefährdungsabschätzung stark von fundierten Kenntnissen über den zu untersuchenden Standort abhängig sind und deshalb die Sammlung der in Tabelle 2 angegebenen Parameter so umfassend wie möglich sein sollte.

Tabelle 2 — Parameter für die Beschreibung von Standort und Boden

Parameter		Anwendbare Internationale Norm
Fläche und Topographie	Topographie, Geländeform, Geländeelement, Lage, Neigung, Mikrotopographie	ISO 25177 ISO 18400-202
Flächennutzung und Vegetation	Flächennutzung, anthropogene Einflüsse, Vegetation	
Geologie und Lithologie	Art des Ausgangsgesteins, effektive Bodentiefe	
Geländemerkmale	Gesteinsaufschlüsse, Rauigkeit, Gesteinsbrocken, Erosionserscheinungen, Versiegelung, Rissbildungen, weitere Kennzeichen	
Boden-Wasser-Beziehung	Oberflächenwasserbilanz, Regen, Evapotranspiration, Grundwasseranreicherung, Lage und Tiefe des Grundwasserspiegels, Standortentwässerung, Feuchtebedingungen	
Beschreibung von Bodentyp/Bodenprofil	Boden in Bezug auf das angewendete Klassifizierungssystem Reihenfolge und Tiefe der merkmalttragenden Horizonte, Arten der Begrenzungen Bodenfarbe (Matrix, Flecken) Organische Substanz Bodenart, Grobboden, Vorhandensein von bodenfremden Bestandteilen, Bodenmerkmale Carbonate, pH-Wert im Feld, elektrische Leitfähigkeit Bodengefüge, Hohlräume, Rissbildung, Inhomogenitäten Festigkeit, Konsistenz Geschätzte Gesamtporosität Wurzeln, Wurmgänge, biologische Aktivität	

6.3 Einfache Bewertung des Auswaschungsrisikos

Die Anwendung qualitativer Bewertungsmodelle wird besonders empfohlen für:

- Landschaftsplanung (z. B. Festlegung von Trinkwasserschutzgebieten, Untersuchungen von Umwelteinflüssen in regionalem oder größerem Maßstab);
- Beurteilung der möglichen und tatsächlichen Verunreinigung des Grundwassers aus dem Boden mit anorganischen und organischen Verunreinigungen [z. B. Düngemittel (Nährstoffe wie Stickstoff), Behandlung von Pflanzen (Pestizide), Behandlungen von Klärschlamm, Kompost und andere organische Abfälle (Schwermetalle, organische Verbindungen)].

Einfache Bewertungen erfordern nur eine geringe Anzahl einfach zu erhebender Eingangsdaten, sind jedoch deshalb in ihrer Aussageeignung beschränkt auf relative Bewertungen. Meist werden sie für die Klassifizierung der spezifischen Bindungskraft und des Auswaschungsrisikos eines Bodens angewendet, vorzugsweise im regionalen oder größeren Maßstab, wenn quantitative Informationen zur tatsächlichen Bodenverunreinigung nicht vorliegen.

Einfache Bewertungsverfahren können als deterministische Ansätze mit einem modularen Aufbau charakterisiert werden. Sie beruhen auf einfachen empirischen Beziehungen, unter Verwendung mathematisch abgeleiteter und formalisierter Matrizen, wodurch die zugrunde liegenden physikalischen und/oder chemischen Vorgänge stark vereinfacht werden. Im Gegensatz zu quantitativen Bewertungsmodellen (siehe Anhang C) werden die entsprechenden Transport- und Umwandlungsvorgänge in den Böden nicht auf einer prozessorientierten Grundlage beschrieben. Häufig werden qualitative Bewertungsansätze in „funktionelle“ oder „nichtmechanistische“ Modelle eingeteilt, die aus Pedotransferfunktionen und -regeln aufgebaut sind (siehe [35]). Hinsichtlich des Wasser- und Lösungstransports folgen sie mindestens dem Prinzip der Massenbilanz.

Funktionale Vorhersagemodelle zielen auf qualitative (relative) Beurteilungen, z.B. hinsichtlich einer geringen, mittleren oder hohen Gefahr des Auswaschens. Das Ergebnis einer qualitativen Gefährdungsabschätzung wird angegeben als mögliche Gefahr durch Auswaschung, weil im Gegensatz zu quantitativen „mechanistischen“ Modellen (siehe Anhang C) die tatsächliche Bodenkontamination nicht berücksichtigt wird. Als Eingabedaten werden üblicherweise die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften (siehe Abschnitt 5) des Bodens und der Verunreinigungen benötigt. Angaben zu den Bodeneigenschaften stehen in Bodenkarten und digitalen Bodeninformationssystemen zur Verfügung oder können durch Anwendung einfacher Umwandlungsregeln und Übertragungsfunktionen daraus abgeleitet werden (siehe [22]). Durch Anwendung digitaler Informationssysteme oder geeigneter Landkarten können zusätzliche Angaben zu Klima, Hydrologie und Landnutzung gewonnen werden.

Die Anwendung von einfachen Bewertungsmodellen ist auf mittelmäßig verunreinigte Böden beschränkt, hingegen werden quantitative Beurteilungen im Falle eines konkreten Verdachts einer im lokalen Maßstab vorkommenden Bodenverunreinigung durchgeführt. Hinsichtlich der Art und der begrenzten Anzahl der Eingangsdaten und des Grades der Gefährdungsabschätzung können qualitative Bewertungsmodelle standortspezifische Untersuchungen nicht ersetzen (d. h. Labor- und/oder Feldmessungen zur quantitativen Beurteilung einer angenommenen oder festgestellten Bodenverunreinigung), wie in Anhang C vorgeschlagen. Für die Beurteilung von Stoffeinträgen bei Unfällen oder für Konzentrationen aus einer Punktquelle sollten einfache Bewertungsmodelle nicht angewendet werden. Trotzdem kann eine qualitative Gefährdungsabschätzung ein hilfreicher erster Schritt für die Bewertung eines tatsächlich verunreinigten Standortes sein.

7 Schritt 2 Zwischenbeurteilung

7.1 Allgemeines

Schritt 2 umfasst üblicherweise die Probenahme zur Abschätzung der Ausdehnung der Quelle(n), der Verteilung der Verunreinigungen in der Bodenmatrix zwischen den verschiedenen Phasen: gasförmig, gebunden an Bodenteilchen und gelöst im Bodenwasser (siehe ISO 18400-203). Der Transport der Kontaminanten in den unterschiedlichen Bodentypen und darunter liegenden Gesteinen (z. B. Sand versus geklüftetem Felsgestein) kann in Abhängigkeit von deren statischen und dynamischen Eigenschaften sehr unterschiedlich sein (z. B. rissbildende Böden). In Schritt 2 ist es äußerst wichtig, den vorherrschenden Transportmechanismus zu bestimmen. Wenn der Transport beispielsweise von Klüften im Ton oder Gestein bestimmt wird, kann der Adsorptionsprozess von untergeordneter Bedeutung sein. Im Gegensatz dazu kann die Adsorption im homogenen Sand mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz der wichtigste Prozess bei der Gefährdungsabschätzung sein. Angaben über den in Frage kommende Grundwasserspeicher (z. B. Größe, Bedeutung für die Wasserversorgungslage) sind in dieser Phase ebenso von Bedeutung, um das Ausmaß einer Gefährdung bewerten zu können. Auslaugungs- und Extraktionstests können angewendet werden, um die Verteilung der Kontaminanten im Boden, Wasser und in den geochemischen Phasen zu beurteilen sowie um den Umwelteinfluss (in diesem Zusammenhang: auf das Grundwasser) und mögliche Sanierungsmaßnahmen zu bewerten. Jahresgänge der Klimawerte sollten bekannt sein, um jahreszeitliche Entwicklungen der möglichen und fortschreitenden Boden- und Grundwasserkontamination zu beurteilen. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen (z. B. Art und Ausmaß von Bewässerungsmaßnahmen) sollten ebenfalls berücksichtigt werden. Auch standortspezifische Modellrechnungen der Prozesse im Boden und des Grundwasserfließens können in diesem Schritt eingesetzt werden. Für Schritt 2 können quantitative Verfahren hilfreich sein, die zum Beispiel in B.7 beschrieben werden.

7.2 Probenahme

Vor dem Beginn jeder Untersuchung ist es notwendig, die Ziele der Untersuchung festzulegen und eine Strategie für die Probenahme zu erarbeiten, die mit diesen Zielen im Einklang steht (siehe ISO 18400-104 und ISO 18400-203). Es sollte auf die zutreffenden Internationalen Normen und Richtlinien verwiesen werden, die im Zusammenhang mit nationalen Kriterien und Normen hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit für die Bewertung der Untersuchungsergebnisse anzuwenden sind. In einigen Rechtsprechungen kann es eine rechtsverbindliche Anforderung geben, bestimmte Verfahren anzuwenden, wenn veröffentlichte Kriterien als Grundlage dieser Bewertung anzuwenden sind.

Spezifische Probenahmeverfahren können für Verunreinigungen aus unterschiedliche Quellen erforderlich sein. Die Internationalen Normen der Reihe ISO 18400 sollten je nach Eignung angewendet werden; ebenso sollten die Internationalen Normen für die Probenahme von Sickerwasser, Grundwasser und Bodenluft angewendet werden. Anderenfalls sollte geeignete nationale Standards oder vergleichbare Regelungen angewendet werden.

7.3 Beschreibung von Boden, Wasser und Bodenluft

7.3.1 Allgemeines

Für die Beschreibung und Bewertung von kontaminierten Standorten sind Angaben zu den Boden-, Bodenluft- und Wasserkennwerten notwendig. In Anhang B werden die Parameter aufgeführt, die für die physikalischen, chemischen und biologischen Kennwerte von Boden, Wasser und Bodenluft erforderlich sind. Bei bestimmten Parametern ist die Messung unter fast allen Umständen notwendig, andere hingegen machen nur die Messung auf der Grundlage eines spezifischen Standortes und einer spezifischen Kontamination erforderlich.

Grundsätze für die Strategien zur Festlegung der entsprechenden Untersuchungen und Prüfungen sind in 5.2 und 5.3 erläutert. Im Zusammenhang mit den Beurteilungsverfahren werden Beispiele für die Anwendung dieser Verfahren in Anhang C gegeben. Die Ansätze für die qualitative oder einfache Beurteilung (siehe 7.1) erfordern als Eingangsgröße zusätzlich zur allgemeinen Standort- und Bodenbeschreibung (Tabelle 2) ausgewählte physikalische (Tabelle B.1) und grundlegende chemische Parameter (Tabelle B.2). In den Tabellen B.3, B.4 und B.5 sind Internationale Normen angeführt, die für relevante anorganische und organische Kontaminationen angewendet werden könnten.

Für komplexere Beurteilungsverfahren sind meist größere und spezifischere Dateneingaben erforderlich, vor allen Dingen hinsichtlich der vorhandenen Konzentrationen von möglichen Kontaminanten in Böden und Wasser.

7.3.2 Physikalische Parameter

Hinsichtlich der Bewertung von Grundwasser und Transport der Kontaminationen in der ungesättigten Zone sind eine Reihe physikalischer Bodenparameter von Bedeutung (Tabelle B.1). Die tatsächliche Auswahl der zu messenden Parameter sollte auf Vorkenntnissen der Kennwerte des Standorts und der Kontaminationssituation beruhen (Schritt 1). Die in Tabelle B.1 aufgeführten Internationalen Normen könnten anwendbar sein.

Zur Schätzung der hydraulischen Daten für die gesättigte Zone (z. B. hydraulische Leitfähigkeit, Transmissivität, Sickerverlust) können Pumpversuche durchgeführt werden. Mit dieser Art der Prüfung kann das Grundwasserfließen in der gesättigten Zone beschrieben werden. Die Wasserbewegung in der ungesättigten Zone kann auf der Grundlage von Messungen der Korngrößenverteilung geschätzt werden (z. B. nach Pedotransferfunktionen bzw. -regeln). Jedoch können Inhomogenitäten die Verteilung und Geschwindigkeit der Infiltration bestimmen. Sind genauere Schätzungen notwendig, können Infiltrationsprüfungen am Standort durchgeführt werden.

7.3.3 Chemische Parameter

7.3.3.1 Allgemeines

Üblicherweise können die zu messenden chemischen Parameter folgendermaßen eingeteilt werden:

- charakteristische Grundparameter (Tabelle B.2);
- anorganische Nährstoffe (Tabelle B.3);
- anorganische Kontaminanten (Tabelle B.4);
- organische Kontaminanten (Tabelle B.5);.

In vielen Fällen kann es nützlich sein, Auslaugungs-/Extraktionstests anzuwenden, um Angaben über die Freisetzung gebundener Kontaminanten unter Referenzbedingungen oder auch unter solchen Bedingungen bereitzustellen, die die betreffenden tatsächlichen Freilandbedingungen noch besser annähern oder nachbilden. Auslaugungs-/Extraktionstests umfassen ein Spektrum experimenteller Verfahren und Systeme von der einfachen Bodenprobe und einem Extraktionsmittel (z. B. starke Säure, schwaches Extraktionsmittel/Komplexbildner und Wasser) bis zu hochentwickelten Säulendurchflusssystemen. Üblicherweise führen sämtliche Prüfungen oder Extraktionen zu einem Eluat/Extrakt, dessen Grundparameter, anorganische und/oder organische Verunreinigungen mit den in diesem Unterabschnitt beschriebenen analytischen Verfahren charakterisiert oder analysiert werden können.

ANMERKUNG Jegliches Prüfverfahren muss validiert werden, um zu bestätigen, dass es nicht zu Verlusten organischer Kontaminanten kommt (z. B. Verlust von flüchtigen Stoffen während der Probenvorbereitung oder durch Adsorption an Geräten während der Filtration).

Es ist von Bedeutung, dass die Kontaminationssituation im Boden, sowohl im Bereich der Quelle der Kontamination als auch im Bereich des Grundwasserspiegels, gut beschrieben wird. Die Parameterauswahl wird von der Vorgeschichte des Standorts und dem spezifischen Ziel der Untersuchung abhängen. Es sollte beachtet werden, dass die Auswahl des Untersuchungsverfahrens die tatsächlich gemessene Konzentration beeinflussen wird. Der Untersuchende sollte ermitteln, welche Verfahren am besten für die verschiedenen Arten der Beurteilung geeignet sind.

Die Proben sollten vor jeder Laboruntersuchung einer Vorbehandlung unterzogen werden (z. B. Mahlen, Teilprobenahme), die für das (die) angewendete(n) Analyseverfahren zutreffend sind. Für einige Verfahren der Extraktion oder Analyse gelten besondere Anforderungen hinsichtlich der Vorbehandlung der Proben, die stets einzuhalten sind, sofern nicht technische Gründe dagegen sprechen. In einem derartigen Fall sollten diese Gründe gemeinsam mit den analytischen Ergebnissen angegeben werden.

Eine Reihe so genannter charakteristischer Grundparameter (siehe Tabelle B.2) beeinflussen solche Bodenprozesse wie Adsorption, Ausfällung und Komplexbildung, die auf die Konzentration von Kontaminanten wirken.

7.3.3.2 Anorganische Stoffe

Nährstoffe (siehe Tabelle A.3) können sowohl selbst und/oder als notwendige Bestandteile des biologischen Abbaus organischer Stoffe wichtig sein. Die in Tabelle A.3 aufgeführten Internationalen Normen können angewendet werden.

Metalle und Metalloide (siehe Tabelle B.4) können natürlich auftreten oder als Kontaminanten auftreten, die in höherer Konzentration zu Schadstoffen werden. Tabelle B.4 führt Internationale Normen auf, die für die Bestimmung angewendet werden könnten.

7.3.3.3 Organische Stoffe

Während sich der anorganische Analytiker hauptsächlich mit der Analyse einer bestimmten Anzahl von Elementen und Anionen beschäftigt, ist der organische Analytiker häufig daran interessiert, jede organische Verbindung zu suchen, die vorhanden sein kann. In der Praxis gibt es zwei Arten der organischen Analyse:

- Bestimmung der vorhandenen organischen Verbindungen (qualitative Analyse) und
- Bestimmung, wie viel von einer bestimmten Verbindung oder Stoffgruppe vorhanden ist (quantitative Analyse).

Der Nachweis von „zufälligen“ oder unerwarteten Substanzen, besonders wenn komplexe Gemische von organisch-chemischen Verbindungen vorhanden sind, erfordert die Anwendung von analytischen Screening-Verfahren, wie Gaschromatographie/Massenspektrometrie. Es ist auch üblich, analytische Verfahren anzuwenden, die die Bestimmung der Gesamtkonzentrationen von Stoffgruppen wie Phenole, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), alle Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und chlorierte Kohlenwasserstoffe zum Inhalt haben. Sowohl bei der Anwendung als auch bei der Auswertung der Ergebnisse derartiger Verfahren ist Sorgfalt geboten. Häufig wird die qualitative Analyse vor der quantitativen Analyse durchgeführt. Oft geht die Gruppenanalyse der Analyse bestimmter Verbindungen voraus.

„Gesamt“ bedeutet für organische Verbindungen (z. B. Phenole) gewöhnlich, dass ein analytisches Verfahren angewendet wurde, das nicht zwischen ähnlichen Verbindungen unterscheiden kann: im Fall der Phenole z. B. zwischen ein-, zwei- und dreiwertigen Verbindungen (d. h. Verbindungen mit einer, zwei und drei an den Benzolring gebundenen Hydroxylgruppe(n)). Der Begriff „gesamt“ kann jedoch irreführend sein – nicht alle Phenole können mit diesem Verfahren nachgewiesen werden (z. B. kann es hier Einschränkungen hinsichtlich der relativen Molekülmasse oder der Anzahl und Größe anderer im Benzolring vorkommender funktioneller Gruppen geben) und verschiedene Verfahren können unterschiedliche Ergebnisse liefern.

Viele organische Analysen beruhen auf einer Extraktion mit einem organischen Lösemittel. Das verwendete Lösemittel und die Extraktionsbedingungen können die Analyseergebnisse beeinflussen. So können z. B. bei einer heißen Soxhlet-Extraktion leichter flüchtige PAK (im Allgemeinen diejenigen mit einer geringeren relativen Molekülmasse) verloren gehen, während eine kalte Extraktion bei der Lösung von PAK mit einer größeren relativen Molekülmasse weniger effektiv sein kann. Dies könnte beispielsweise beim Versuch entscheidend sein, die Restkonzentrationen von PAK in einem Bodenmaterial zu bestimmen, das einer Wärmebehandlung ausgesetzt war – die zurückbleibenden Bestandteile könnten als die weniger flüchtigen erwartet werden.

Bodenanalysen hinsichtlich leichtflüchtiger Verbindungen (z. B. Benzol, chlorierte Lösemittel) stellen besondere analytische Schwierigkeiten dar. Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass selbst unter idealen Bedingungen von Probenahme, Transport und Probenvorbereitung usw. wesentliche Verluste vorkommen können (in einer Untersuchung wird darauf hingewiesen, dass 50 % Retention das Beste war, was erreicht werden konnte). Unter nicht idealen Bedingungen kann fast alles verloren gehen. Einige Anleitung zum Umgang mit solchen Problemen sind in ISO 18400-105 enthalten.

NOTE Um den Verlust von flüchtigen organischen Verbindungen zu begrenzen, kann die Bodenprobe unmittelbar nach der Entnahme im Felde in Methanol aufbewahrt werden.

Durch die Anwendung von In-situ-Verfahren, wie die Analyse von Bodenluft, lassen sich die Verteilung und die relativen Konzentrationen häufig zuverlässiger angeben. Außerdem sollte beachtet werden, dass verschiedene Laborverfahren (Purge-and-Trap-Verfahren und Headspace-Verfahren) zu wesentlichen Unterschieden in den Ergebnissen führen können.

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass organische Verbindungen auch aus natürlich vorkommenden Materialien (z. B. Humus, verfaulende Vegetation, Torf, Kohle) extrahiert werden können und dass nichtspezifische Analysen deshalb irreführende Ergebnisse liefern können.

Die in Tabelle B.5 aufgeführten Internationalen Normen könnten für organische Verbindungen angewendet werden, die häufiger auftreten. Die Liste ist nicht erschöpfend.

7.4 Beurteilung der Wirkung

7.4.1 Allgemeines

Die vorausschauende Modellierung des Verhaltens von anorganischen und organischen Stoffen in Böden unter Berücksichtigung des möglichen Auswaschungsrisikos in das Grundwasser kann für die Bewertung der Wirkung bei Standorten verwendet werden, die auf Grund ihrer Komplexität und/oder möglichen ernststen Beeinträchtigung von Grundwasserressourcen von besonderer Bedeutung sind.

Die Wahl des Modells ist abhängig vom Zusammenhang, des Konzeptmodells (Geologie und Hydrogeologie des Standorts), der Art der Verunreinigung, der Qualität und Verfügbarkeit von Informationen, und den Grenzen des Transportmodells (Anwendungsbereich). Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass die Komplexität des Modells an die Eigenschaften des Untersuchungsgebiets angepasst werden sollte. Ergänzend muss das gewählte Modell für das untersuchte System repräsentativ sein und zur Bewertung und abschließenden Entscheidung beitragen.

7.4.2 Stoffkonzentration im Bodenwasser

7.4.2.1 Allgemeines

Für die Schätzung der Stoffkonzentrationen im Sickerwasser können alternativ folgende Untersuchungen angewendet werden:

- direkte Untersuchung des Bodenwassers;
- Schätzung der Konzentrationen im Bodenwasser, beruhend auf Grundwasseruntersuchungen;
- Schätzung der Konzentrationen im Bodenwasser, beruhend auf Bodenuntersuchungen.

7.4.2.2 Abschätzung der Konzentrationen im Bodenwasser, beruhend auf Bodenuntersuchungen

Zur Vermeidung der Probleme, die wie vorstehend beschrieben von der direkten Untersuchung der Konzentrationen im Bodenwasser verursacht werden, kann eine Untersuchung der verunreinigten Bodenmatrix durchgeführt werden. Dies erfordert Verfahren, die das natürliche Fest-Flüssig-Verhältnis des Bodens so genau wie möglich abbilden. Der Bodensättigungsextrakt wird als hilfreich angesehen, weil er für die Bestimmung von Salzgehalten in Böden validiert wurde.

Die in Tabelle 7 angegebenen Verfahren, die die mobilen/mobilisierbaren Gehalte von Schwermetallen und anderen Spurenelementen beschreiben (Komplexbildner/schwaches Extraktionsmittel/wasserlöslich), haben ein höheres Fest-Flüssig-Verhältnis und/oder als Ergebnis der höheren Ionenstärken und in Anwesenheit von komplexbildenden Mitteln ein erhöhtes Potenzial, Elemente in Spuren freizusetzen. Deshalb tendieren die auf dieser Grundlage (z. B. Elutionsprüfungen) bestimmten Konzentrationen zu einer Überschätzung des wirklichen Gehalts an Spurenstoffen im Bodensickerwasser.

Alternativ zum vorstehend angegebenen diskontinuierlichen Verfahren kann die Bodenlösung mit Säulenversuchen erhalten werden. Diese Verfahren eignen sich besonders für organische Kontaminationen.

7.4.2.3 Abschätzung der Konzentrationen im Bodenwasser, beruhend auf Grundwasseruntersuchungen

Bei konstanten Bedingungen und bekannten Volumina des Sickerwasser- und Grundwasserfließens können die Konzentrationen im Bodenwasser aus den Konzentrationen im Grundwasserabstrom bezogen auf den Ort der Verunreinigung geschätzt werden.

Die entsprechenden Daten, um diese Schlussfolgerungen zu ziehen, können nur bestimmt werden, wenn die hydrogeologischen Standortbedingungen nicht zu komplex sind. Außerdem ist das Verfahren unzureichend für lokale Differenzierungen, wie sie in der Regel für Auswahl und Planung von Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind.

7.4.2.4 Direkte Untersuchung des Bodenwassers

Die direkte Untersuchung der Konzentrationen im Sickerwasser erfordert die Probenahme des Bodensickerwassers mit geeigneten Einrichtungen, z. B. Saugvorrichtungen zur Gewinnung des In-situ-Wassers. Die Anwendung dieses Verfahrens kann folgende Probleme verursachen:

- unzureichendes Volumen an aus der ungesättigten Zone entnommenen Bodenwassers;
- Sorptionseinflüsse durch das verwendete Gerätematerial;
- unbestimmtes Raumvolumen, aus dem die Probe entnommen wird;
- hohe erforderliche Probenahmefrequenz, um das Bestreben einer hinreichenden Berücksichtigung der räumlichen Variabilität des Bodens und der Stoffkonzentrationen bewerten zu können.

7.4.3 Volumen der verlagerbaren Stofffrachten

Für die Bewertung der Verschmutzungsgefahr für das Grundwasser könnte es notwendig sein, die in das Grundwasser gelangenden Stoffmengen (Volumina und/oder Massen) zu bestimmen. Hierzu müssen neben der Konzentration der Stoffe zusätzlich das Volumen des Sickerwassers und die entsprechende Bodenfläche berücksichtigt werden. In einem ersten Schritt lässt sich die Netto-Infiltrationsrate, gemittelt über ein Jahr, als klimatische Wasserbilanz ermitteln. Die zutreffenden Standortparameter sind in Tabelle 2 angegeben.

In Abhängigkeit von den spezifischen Standortbedingungen und den in Frage kommenden Stoffen kann es erforderlich sein, durch standortspezifische Untersuchungen die Infiltrationsrate und die entsprechenden Stoffgehalte mit einer höheren zeitlichen und räumlichen Auflösung zu bestimmen.

7.4.4 Mobilisierbare Gehalte

Für die Abschätzung der mittel- und langfristigen Einträge in das Grundwasser - über die momentane Betrachtung der Stoffgehalte im Sickerwasser hinausgehend - sind die in den Tabellen B.6 und B.7 angegebenen Verfahren mit unterschiedlichem Extraktionsvermögen geeignet.

7.4.5 Abbau organischer Kontaminanten

Bei organischen Kontaminanten sollte der (biologische) Abbau bei der Extrapolation von einer gegebenen Stoffkonzentration in der ungesättigten Zone auf eine Stoffkonzentration in der oberen gesättigten Bodenzone berücksichtigt werden. Liegen keine ausreichenden Daten vor, könnten zusätzliche stoffspezifische Abbauversuche notwendig werden.

8 Schritt 3 Komplexe Beurteilung

8.1 Allgemeines

Muss die Beurteilung nach Schritt 2 weiter verbessert werden, können zusätzliche Schritte durchgeführt werden. Der Umfang dieser zusätzlichen Schritte kann einige der in Schritt 2 enthaltenen Elemente beinhalten, jedoch mit größerer Genauigkeit der verfügbaren Information, z. B. indem mehr Proben entnommen werden, um den Einfluss der Heterogenität des Bodens zu bestimmen. Ergänzend können Sorptions-, Abbau- und Elutionstests im Labor unter Bedingungen durchgeführt werden, die die standörtlichen Veränderungen (Änderungen des pH-Werts, Redoxpotentials, ...) berücksichtigen. Die Art der festen Phasen, die den Kontaminanten tragen, kann ebenfalls mit Labormethoden untersucht werden (z. B. Röntgen-Diffraktometrie (XRD), Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Röntgenfluoreszenzspektroskopie (SEM/EDX), Röntgenabsorptionsspektroskopie im größeren Bereich (EXAFS)).

Die Anwendung weiterer Methoden, wie biologischer Parameter (8.2), isotopischer Parameter (8.3) oder geophysikalischer Parameter (8.4) kann für die Verfeinerung der quantitativen Beurteilung hilfreich sein.

In Schritt 3 könnten Methoden, wie in Anhang C beispielhaft aufgeführt, hilfreich sein.