

DIN EN ISO 19258



ICS 13.080.99

Entwurf

Einsprüche bis 2016-06-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 19258:2011-09

**Bodenbeschaffenheit –
Leitfaden zur Bestimmung von Hintergrundwerten (ISO/DIS 19258:2016);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 19258:2016**

Soil quality –

Guidance on the determination of background values (ISO/DIS 19258:2016);
German and English version prEN ISO 19258:2016

Qualité du sol –

Lignes directrices pour la détermination des valeurs de bruit de fond (ISO/DIS 19258:2016);
Version allemande et anglaise prEN ISO 19258:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-04-29 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 68 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 19258:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „Bodenbeschaffenheit“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN (Niederlande) gehalten wird.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 19258 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 9000	siehe DIN EN ISO 9000
ISO 9001	siehe DIN EN ISO 9001
ISO 10381-1	siehe DIN ISO 10381-1
ISO 10381-5	siehe DIN ISO 10381-5
ISO 10382	siehe DIN ISO 10382
ISO 10390	siehe DIN EN 15933
ISO 10693	siehe DIN EN ISO 10693
ISO 11074	siehe DIN EN ISO 11074
ISO 11260	siehe DIN EN ISO 11260
ISO 11271	siehe DIN ISO 11271
ISO 11272	siehe DIN EN ISO 11272
ISO 11277	siehe DIN ISO 11277
ISO 11369	siehe DIN EN ISO 11369
ISO 11466	siehe DIN EN 16174
ISO 13536	siehe DIN EN ISO 13536
ISO 14869-1	siehe DIN ISO 14869-1
ISO 14870	siehe DIN ISO 14870
ISO 16133	siehe DIN EN ISO 16133
ISO 18287	siehe DIN ISO 18287
ISO 25177	siehe DIN EN ISO 25177
ISO/IEC 17025	siehe DIN EN ISO/IEC 17025

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 19258:2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Tabellen 1, 2 und 3 wurden in den neuen Anhang C (informativ) überführt;
- b) redaktionelle Änderungen wurden vorgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

- [1] DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*
- [2] DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*
- [3] DIN ISO 10381-1, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen*
- [4] DIN ISO 10381-5, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 5: Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten*
- [5] DIN ISO 10382, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen — Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang-Detektor*
- [6] DIN ISO 11047, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt — Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren*
- [7] DIN ISO 14869-1, *Bodenbeschaffenheit — Aufschlussverfahren zur nachfolgenden Bestimmung von Element-Gesamtgehalten — Teil 1: Aufschluss mit Flusssäure und Perchlorsäure*
- [8] DIN ISO 14870, *Bodenbeschaffenheit — Extraktion von Spurenelementen mittels gepufferter DTPA-Lösung*
- [9] DIN ISO 18287, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) — Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)*
- [10] DIN EN ISO 10693, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung des Carbonatgehaltes — Volumetrisches Verfahren*
- [11] DIN EN ISO 11074, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch*
- [12] DIN EN ISO 11260, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung unter Verwendung von Bariumchloridlösung*
- [13] DIN ISO 11271, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Redox-Spannung — Feldverfahren*
- [14] DIN EN ISO 11272, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Trockenrohddichte*
- [15] DIN ISO 11277, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden — Verfahren mittels Siebung und Sedimentation*
- [16] DIN EN ISO 11369, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel — Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion*

- [17] DIN EN ISO 13536, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der potentiellen Kationenaustauschkapazität und der austauschbaren Kationen unter Verwendung einer bei pH = 8,1 gepufferten Bariumchloridlösung*
- [18] DIN EN ISO 16133, *Bodenbeschaffenheit — Leitfaden zur Einrichtung und zum Betrieb von Beobachtungsprogrammen*
- [19] DIN EN ISO 25177, *Bodenbeschaffenheit — Bodenbeschreibung im Felde*
- [20] DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

Bodenbeschaffenheit — Leitfaden zur Bestimmung von Hintergrundwerten (ISO/DIS 19258:2016)

Qualité du sol — Lignes directrices pour la détermination des valeurs de bruit de fond (ISO/DIS 19258:2016)

Soil quality — Guidance on the determination of background values (ISO/DIS 19258:2016)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeines	7
5 Verfahren	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Ziele und technische Herangehensweisen	9
5.2.1 Allgemeines	9
5.2.2 Stoffe und Parameter	9
5.2.3 Untersuchungsgebiet	10
5.2.4 Zeitspanne	11
5.2.5 Maßstab der Probenahme	12
5.3 Auswertung vorhandener Daten	12
5.3.1 Allgemeines	12
5.3.2 Vollständigkeit der Datensätze/Mindestanforderungen	13
5.3.3 Vergleichbarkeit der Daten (Probenahme, Nomenklaturen, Analysen)	13
5.3.4 Eliminierung von Ausreißern	14
5.4 Erhebung neuer Daten	14
5.4.1 Probenahme	14
5.4.2 Bodenanalyse	19
5.5 Datenverarbeitung und -präsentation	20
5.5.1 Statistische Auswertung der Daten	20
5.5.2 Datenpräsentation und -protokollierung	22
6 Datenverarbeitung/Qualitätskontrolle	22
Anhang A (informativ) Maßstab der Probenahme	24
Anhang B (informativ) Ausreißerprüfung	26
Anhang C (informativ) Beispiele der Hauptstoffe und Parameter	30
Literaturhinweise	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 19258:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 190 „*Soil quality*“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 345 „Charakterisierung von Böden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 19258:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 19258:2016 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 WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 190, *Soil quality*, Subsommittee SC 7, Soil and site assessment.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (2005), die technisch überarbeitet wurde.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm dient als Leitfaden für die Grundsätze und wesentliche Vorgehensweisen bei der Bestimmung von Hintergrundwerten für anorganische und organische Stoffe in Böden in einem lokalen/regionalen Maßstab (Standort ausgenommen).

Diese Internationale Norm gibt Anleitungen zu Probenahmestrategien und für die Datenverarbeitung und legt Verfahren für die Probenahme und die Untersuchung fest.

Diese Internationale Norm gibt keine Anleitung für die Ermittlung der Hintergrundwerte für Grundwasser und Sedimente.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 10381-1, *Soil quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes*

ISO 10381-5, *Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination*

ISO 11074:2015, *Soil quality — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 11074:2015 und die folgenden Begriffe.

3.1

Hintergrundkonzentration

Konzentration eines Stoffes, die charakteristisch für einen Bodentyp in einem Gebiet oder einer Region ist, die sowohl aus natürlichen Quellen als auch anthropogenen, diffusen Quellen, wie atmosphärischen Ablagerungen, entsteht.

[QUELLE: ISO 11075:2014, 3.5.1 — abgeändert: „unnatürlich“ durch „anthropogen“ ersetzt; Anmerkung 1 zum Begriff entfernt und in Abschnitt 3.2 „Hintergrundwert“ verschoben]

3.2

Hintergrundwert

statistische Kenngröße der Hintergrundkonzentration eines Stoffes in Böden

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird üblicherweise als Durchschnitt, Median, typischer Wert oder Wertebereich angegeben.

3.3

Kontaminant

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition bedeutet nicht, dass das Vorhandensein des Kontaminanten Schäden verursacht.

[QUELLE: ISO 11074:2015, 3.4.6]

3.4

Eintrag aus diffusen Quellen

Eintrag eines Stoffes, der von beweglichen, großflächigen oder zahlreichen Quellen emittiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Quellen können Autos, die Ausbringung von Stoffen in der Landwirtschaft, städtische oder regionale Emissionen, Sedimentation infolge der Überflutung durch Flüsse sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Stoffeintrag aus diffusen Quellen führt üblicherweise zu einer relativ gleichförmigen Verunreinigung des Standortes. Dennoch können an manchen Standorten die Eintragsbedingungen einen höheren lokalen Eintrag verursachen, beispielsweise in der Nähe der Quelle oder an Orten, an denen atmosphärischer Niederschlag/Regen verstärkt auftritt. Es ist zwischen zwei hauptsächlichen Stoffeinträgen aus diffusen Quellen zu unterscheiden, einem für ländliche Gebiete (atmosphärische Ablagerungen, Ausbringung, ...) und einem für städtische Gebiete (Verkehr, Industrie, ...).

[QUELLE: ISO 11074:2015, 3.3.9 abgeändert — Weiterer Satz zur Anmerkung 2 zum Begriff: „Es ist zwischen...“ hinzugefügt.]

3.5

pedo-geochemische Konzentration

Konzentration eines Stoffes in Böden als Ergebnis natürlicher geologischer und pedologischer Prozesse ergibt, wobei die anthropogene Emission an diesem Stoff nicht berücksichtigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann auf Grund vorhandener anthropogener diffuser Kontamination schwierig sein, die tatsächliche pedo-geochemischen Konzentration eines bestimmten Stoffes in einem Boden zu bestimmen.

3.6

pedo-geochemischer Hintergrundwert

statistische Kenngröße (3.8) der pedo-geochemischen Konzentration

Anmerkung 1 zum Begriff: Jeder Schätzwert eines pedo-geochemischen Hintergrundwerts wird auf Grund der Unsicherheiten bei der Bestimmung der pedo-geochemischen Konzentration einen gewissen Fehler aufweisen.

[QUELLE: ISO 11074:2015, 3.5.9 – abgeändert: „Gehalt“ in „Konzentration“ geändert.]

3.7

Anthropogene Konzentration

Konzentration eines Stoffes in Böden, das aufgrund anthropogenen Ursprungs im Boden vorhanden ist

3.8

Anthropogener Hintergrundwert

statistische Kenngröße der anthropogenen Hintergrundkonzentration eines Stoffes in Böden

3.9

Boden

obere Schicht der Erdrinde, die durch Verwitterung, sowie physische/chemische und biologische Verfahren einer Transformation unterliegt. Sie besteht aus mineralischen Teilchen, organischen Substanzen, Wasser, Luft und lebenden Organismen, die in genetische Bodenhorizonte aufgeteilt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach der weiter gefassten Definition des Bauingenieurswesens, umfassen der Boden auch den Oberboden und Unterboden, Ablagerungen, wie Ton, Schlick, Sand, Kies, Geröll, Felsblöcke und organische Substanzen, sowie Ablagerungen, wie Torf; Stoffe menschlichen Ursprungs, so wie Abfall; Gase und Feuchtigkeit; sowie lebende Organismen.

[QUELLE: ISO 11074:2015, 2.1.11]

3.8

statistische Kenngröße

numerischer Wert, berechnet aus den Varianten eines ausgewählten Parameters einer Grundgesamtheit

BEISPIEL Beispiele für statistische Kenngrößen sind der Mittelwert, der Medianwert, die Standardabweichung oder die Perzentilwerte nach der Größenordnung der Häufigkeitsverteilung.

[QUELLE: ISO 11074:2015, 3.5.11]

3.9

Untersuchungsgebiet

dreidimensionale Beschreibung des Gebietes, in dem Proben zu entnehmen sind und für welches die Hintergrundwerte zu bestimmen sind

[QUELLE: ISO 11074:2015, 5.2.29]

3.10

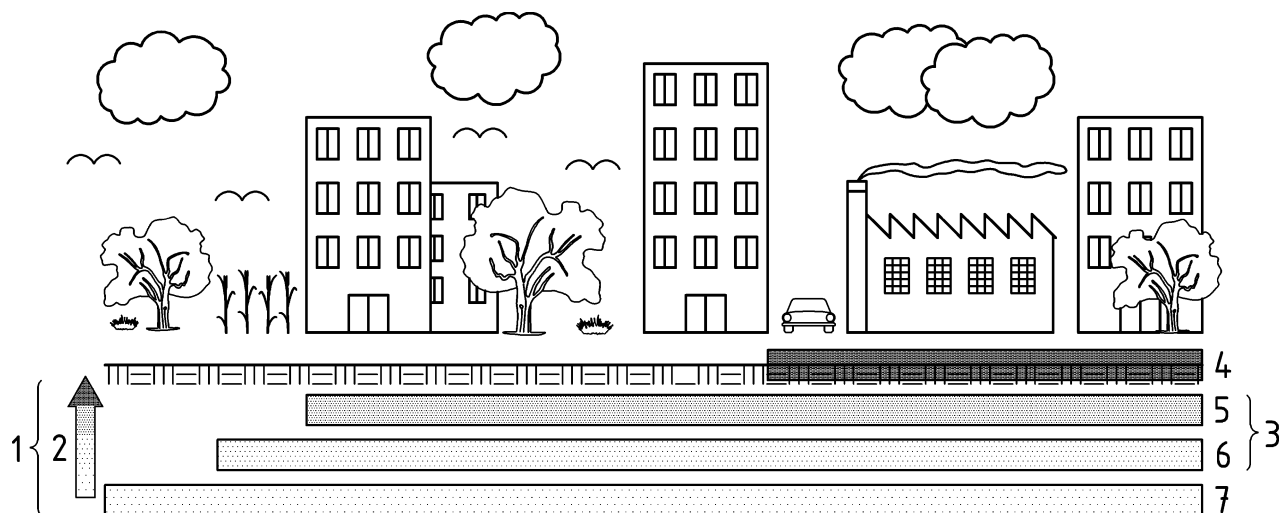
Variate

Satz erhaltener Werte für eine Variable

BEISPIEL Ein Beispiel für eine Variante ist die Zahlenreihe der Konzentration eines Stoffes in zahlreichen einzelnen Bodenproben.

4 Allgemeines

In Böden bleiben die Zeugnisse ihrer Vergangenheit, einschließlich der Einflüsse durch beispielsweise Naturereignisse oder menschliches Wirken, erhalten. Die chemischen Einflüsse durch menschliches Wirken lassen sich in Böden auf der ganzen Erde feststellen, selbst in Regionen, die weit von jeglichen Kontaminationsquellen entfernt liegen. Daher setzen sich die Hintergrundwerte an anorganischen und organischen Stoffen in Böden aus einer pedo-geochemischen und einer anthropogenen Fraktion zusammen. Beim Verhältnis dieser Fraktionen kommt es in Abhängigkeit von der Art des Stoffes, der Bodentyp und der Flächennutzung sowie der Art und dem Ausmaß der äußeren Einflüsse zu großen Unterschieden.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------------|---|---|
| 1 | Hintergrund | 5 | Lokale städtische Quelle |
| 2 | Konzentrationen | 6 | Eintrag aus diffusen ländlichen Quellen |
| 3 | Anthropogener Hintergrund | 7 | pedo-geochemischer Hintergrund |
| 4 | Lokale anthropogene Quelle | | |

Bild 1 — Illustration des Hintergrunds, eine Kombination aus einer pedo-geochemischen Fraktion und einer anthropogenen Fraktion [26]

Im Falle vieler anorganischer Stoffe wird die Hintergrundkonzentration in nicht verunreinigten Böden durch die pedo-geochemische Konzentration und folglich durch die mineralogische Zusammensetzung des Ausgangsmaterials der Bodenbildung dominiert. Pedogenetische Vorgänge können zu einer Umverteilung (Anreicherung/Verarmung) und damit zu horizontspezifischen Unterschieden hinsichtlich der Stoffe innerhalb eines Bodenprofils führen. Persistente organische Stoffe in Böden stammen häufiger aus nicht-natürlichen Quellen, daher wird die Hintergrundkonzentration der Böden durch die Art und das Ausmaß der diffusen Verunreinigung durch Quellen gesteuert, die nicht zum Boden gehören.

In der Praxis ist es oft schwierig, eindeutig zwischen der pedo-geochemischen und der anthropogenen Fraktion der Hintergrundkonzentration der Böden zu unterscheiden. Dennoch ist ein detailliertes Wissen über die Hintergrundkonzentration und die natürliche Fraktion der betrachteten Stoffe sowohl für jede Art der Bewertung des gegenwärtigen Status der Böden im Hinblick auf umweltbezogene und flächennutzungsbezogene Aspekte als auch für wissenschaftliche Zwecke im Zusammenhang mit der Pedologie oder Geochemie von großer Bedeutung. Daher ist es erforderlich, so genannte Hintergrundwerte in Form von statistischen Kenngrößen sowohl der pedo-geochemischen als auch der anthropogenen Fraktion zu bestimmen.

Die Bestimmung von Hintergrundwerten für anorganische und/oder organische Stoffe in Böden kann vor dem Hintergrund einer Vielzahl an unterschiedlichen Zielen erfolgen. Die Ziele selbst liefert keine ausreichende Information zur Festlegung des Untersuchungsprogramms für die Bestimmung von Hintergrundwerten. Daher muss eine Reihe von technischen Verfahren definiert werden, die gemeinsam die Grundlage des Untersuchungsprogramms bilden.

In diesem Leitfaden werden wesentliche Anforderungen der Probenahmestrategien und -verfahren, die Mindestanforderungen hinsichtlich der für die Vorbehandlung und den Aufschluss der Proben erforderlichen Schritte und Wege, der analytischen Verfahren und der statistischen Auswertungsverfahren zur Bestimmung fundierter und vergleichbarer Hintergrundwerte aufgeführt.

Es werden Anleitungen gegeben für

- a) die Auswertung bestehender Daten aus unterschiedlichen Quellen; und
- b) die Entwicklung vollständiger Untersuchungsprogramme, die darauf abzielen, Hintergrundwerte für ein klar definiertes dreidimensionales Bodenbild zu bestimmen.

Dies sind die beiden extremen Ausgangssituationen für den Prozess der Bestimmung von Hintergrundwerten. In der Praxis kann sich eine Zwischensituation ergeben, wenn es erforderlich wird, zusätzliche Daten zu erfassen, da die Menge oder die Qualität der vorliegenden Daten unzureichend ist.

5 Verfahren

5.1 Allgemeines

Die Verfahren zur Bestimmung von Hintergrundwerten umfassen Aspekte der Probenahme (Strategie, Verfahren), der Bodenanalyse (Vorbehandlung, Extraktion und Messung), der Datenverarbeitung und der Ergebnisdarstellungen. Allgemein kann zwischen zwei Ausgangspunkten unterschieden werden:

- a) der Auswertung von bestehenden Daten aus meist unterschiedlichen Quellen; und
- b) der Erfassung neuer Daten auf der Grundlage einer angemessenen Untersuchungsstrategie.

5.2 Ziele und technische Herangehensweisen

5.2.1 Allgemeines

Vor Beginn jeder Erhebung von Hintergrundwerten für Böden ist es unbedingt erforderlich, das Ziel dieser Erhebung sowie das entsprechende technische Verfahren festzulegen.

Allgemein ausgedrückt, besteht das Ziel in der Festlegung, „weshalb“ die Hintergrundwerte zu bestimmen sind. Durch die Beschreibung der technischen Verfahren werden Fragen wie „wo“, „was“, „wie“ und „wann“ geklärt. Zusammen bestimmen die technischen Verfahren das Untersuchungsprogramm, das die erforderlichen Hintergrundwerte liefert.

ANMERKUNG Ein technisches Verfahren, das für ein Ziel geeignet ist, ist häufig für andere Ziele ungeeignet.

Mögliche Ziele bei der Bestimmung von Hintergrundwerten können sein:

- Feststellen der gegenwärtigen Konzentrationen an Stoffen in Böden, z. B. im Zusammenhang mit bodenbezogenen Richtlinien;
- Bewertung des Ausmaßes von Verunreinigungen durch menschliches Einwirken;
- Ableiten von Bezugswerten für den Bodenschutz;
- Bestimmung von Bodenwerten für die Wiederverwendung von Bodenmaterial und Abfall;
- Berechnung kritischer Werte und tolerierbarer zusätzlicher kritischer Lasten;
- Identifizierung von Gebieten/Standorten, die aus geogenen Gründen oder aufgrund des menschlichen Einwirkens, usw. einen untypisch erhöhten Gehalt an bestimmten Elementen aufweisen;

Um diese Ziele zu erreichen, können die technischen Verfahren Folgendes einschließen.

- Definition der Stoffe und Parameter
 - z. B. können sich die zu bestimmenden Hintergrundwerte auf die Gesamtkonzentration an Metallen oder die bioverfügbare Konzentration von Metallen beziehen. (Siehe 5.2.2)
- Beschreibung des Untersuchungsgebietes
 - die (dreidimensionale) Beschreibung des Gebietes, von dem die Proben zu entnehmen sind. Hierbei muss es sich um eine detaillierte Beschreibung dessen handeln, was unter dem Untersuchungsgebiet zu verstehen ist und was nicht. (Siehe 5.2.3)
- Definition des interessierenden Zeitraumes:
 - sind die historischen oder die gegenwärtigen Gehalte für das Ziel relevant? (Siehe 5.2.4)
- Definition der Größe und Geometrie (Räumlicher Bezug) der Probenahmefläche am Probenahmeort. (Siehe 5.2.5)

5.2.2 Stoffe und Parameter

5.2.2.1 Grundlegende Parameter

Hintergrundwerte können für jede Art von in Böden enthaltenen anorganischen und organischen Stoffen sowie für Bodenparameter bestimmt werden. In der Praxis sind die persistenten und immobilen Verbindungen aufgrund ihres Potenzials, innerhalb von Böden zu adsorbieren und zuzunehmen, von größerem Interesse. Verbindungen bei denen die Konzentration durch Remobilisierung und den intrinsischen biologischen Abbau beeinflusst werden, sind weniger wichtig.

Ebenso wie die interessierenden Stoffe sind für die Interpretation der Konzentration von Stoffen grundlegende Bodenparameter und Standortkenngrößen (siehe 5.4.1.3) erforderlich. Eine Reihe von grundlegenden Bodenparametern beeinflusst Vorgänge im Boden, die sich auf die Konzentration von anorganischen und organischen Stoffen auswirken. Anhang C, Tabelle C.1 führt die Parameter auf, die nach den angegebenen Internationalen Normen untersucht werden sollten.

5.2.2.2 Anorganische Stoffe

Innerhalb der Gruppe der anorganischen Stoffe werden am häufigsten die Spurenelemente (z. B. Metalle, Mikronährstoffe) analysiert (Anhang C, Tabelle C.2). Obgleich diese einen städtisch-geochemischen Hintergrund darstellen, wird empfohlen, die Gesamtheit der im Anhang C, Tabelle C.2, aufgelisteten Aspekte zu analysieren. Die meisten dieser Elemente werden aufgrund menschlicher Aktivität mit hohen Werten gefunden. Hinsichtlich der Analyseverfahren muss zwischen den verschiedenen Extraktions-/Aufschlussverfahren (Anhang C, Tabelle C.2) unterschieden werden, von denen sehr wenige für die Bestimmung der Gesamtkonzentration geeignet sind, der z. B. für die Berechnung des Vorrats an Elementen erforderlich sein kann. Neben den Gesamtkonzentrationen sind die (öko-)toxikologisch relevanten mobilen Fraktionen (Anhang C, Tabelle C.2) von zunehmendem Interesse, z. B. wenn es darum geht, pfadbezogene Fragen zu untersuchen. Die Analyse der Parameter in Anhang C, Tabelle C.2 sollte nach den in Anhang C, Tabelle C.2 angegebenen Internationalen Normen erfolgen.

5.2.2.3 Organische Stoffe

Untersuchungen zu organischen Stoffen beziehen sich üblicherweise auf persistente Verbindungen. Die in Tabelle 3 in Anhang C aufgeführten persistenten organischen Kontaminanten gehören zu den häufiger auftretenden Verbindungen, die Liste ist jedoch nicht vollständig. Die Analyse sollte nach den in Tabelle 3 aufgeführten Internationalen Normen erfolgen. Die Liste muss entsprechend der Zielsetzungen bei der Bestimmung von Hintergrundwerten angepasst werden.

Es ist nicht empfehlenswert, Proben zu nicht persistenten Stoffen zu entnehmen und zu analysieren, da diese aufgrund ihres Verhaltens (Verflüchtigung, hoher biologischer Abbau, ...) vom Prüfinstitut nicht erkannt werden. Diese Arten von Stoffen werden für gewöhnlich zur Aufspürung von Kontaminationsquellen analysiert.

Für die Analyse organischer Stoffe werden verschiedene Verfahren angewendet. Üblicherweise besteht das Ziel dieser Verfahren darin, die größtmögliche Menge an organischen Stoffen aus den Böden zu extrahieren. Es muss berücksichtigt werden, dass organische Verbindungen aus natürlicherweise vorkommenden organischen Materialien extrahiert werden können (z. B. organische Substanz, zersetzende Vegetation, Torf, Holzkohle) und dass daher insbesondere unspezifische Analysen zu irreführenden Ergebnissen führen können.

Für die Erfassung neuer Daten zur Bestimmung von Hintergrundwerten wird empfohlen, das Untersuchungsprogramm auch vor dem Hintergrund zusätzlicher Fragestellungen, die sich in Zukunft ergeben können, auszurichten. In den meisten Fällen ist die Durchführung weiterer Probenahmen wesentlich teurer als die Analyse zusätzlicher Stoffe. Daher ist eine geeignete Lagerung der Bodenproben für spätere Analysen von organischen oder anorganischen Stoffen von größter Bedeutung. Neben den interessierenden Stoffen (Anhang C, Tabellen C.2 und C.3) und zusätzlichen Bodenparametern (Anhang C, Tabelle C.1) ist eine umfassende Standortbeschreibung (siehe 5.4.1.3) für die Interpretation sehr wichtig. Die Dokumentation aller durchgeführten Arbeiten ist von ausschlaggebender Bedeutung, wenn die Messdaten für weitere Auswertungen bei künftigen Untersuchungen nutzbar sein sollen.

5.2.3 Untersuchungsgebiet

Die Beschreibung des Untersuchungsgebietes (3.9) kann auf zwei unterschiedlichen Grundlagen beruhen:

- einer rein räumlichen Beschreibung (X, Y, Z) mit den durch die Koordinaten bezeichneten Umrissen des Untersuchungsgebietes. Zusätzlich zur horizontalen Beschreibung sollte auch die zu untersuchende Bodentiefe definiert werden;
- einer typologischen Beschreibung des Untersuchungsgebietes, beruhend auf einer oder mehreren Kenngrößen, z. B. Bodentyp (z. B. der A-Horizont eines spezifischen Bodentyps), Landnutzung (unter Berücksichtigung auch der möglichen Auswirkungen auf die Hintergrundwerte), Höhenlage usw.

Die räumliche und die typologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes können natürlich kombiniert werden.

BEISPIEL Beispiele für die Kombination der räumlichen und der typologischen Beschreibung des Untersuchungsgebietes können sein:

- das Grünland in einer Region oder einem Bundesland;
- der A-Horizont in einer durch die X- und die Y-Koordinaten beschriebenen Fläche.

Die Beschreibung des Untersuchungsgebietes muss so detailliert sein, dass es zu keiner Fehldeutung dahingehend kommen kann, was zum Untersuchungsgebiet gehört und was nicht. Für eine eindeutige Beschreibung des Untersuchungsgebietes ist es erforderlich, alle tatsächlich vorliegenden punktförmigen und diffusen Quellen in diesem Gebiet zu definieren.

Da das allgemeine Ziel darin besteht, die Hintergrundwerte zu bestimmen, kann um derartige Quellen(-typen) herum eine Sicherheitszone festgelegt werden, wodurch die Teile des allgemeiner beschriebenen Untersuchungsgebietes ausgelassen werden. Dies kann auch zu spezifischen Zonen führen, für die die Daten getrennt von denen für das übrige Untersuchungsgebiet zu betrachten sind.

ANMERKUNG Es wird, beispielsweise, nicht empfohlen, Proben in der Nähe von Brennpunkten für Kontaminationen zu entnehmen, um Hintergrundwerte zu bestimmen (Straßen, Industrieanlagen, ...).

Die hier dargelegte Beschreibung des Untersuchungsgebietes ist unabhängig davon, ob die Bodenproben noch entnommen werden müssen oder ob bereits vorliegende Bodenproben (oder Ergebnisse) verwendet werden. Im zuletzt genannten Fall wird durch die detaillierte Beschreibung des Untersuchungsgebietes definiert, welche Proben/Ergebnisse ein- bzw. ausgeschlossen werden.

5.2.4 Zeitspanne

Die Hintergrundwerte werden durch sowohl die natürlichen Prozesse (Pedogenese, biogeochemische Kreisläufe) als auch den anthropogenen Eintrag aus diffusen Quellen beeinflusst. Es kann zwischen zwei Zeitmaßstäben unterschieden werden:

- die Zeitspanne, in dem sich die Hintergrundwerte aufgrund der natürlichen Prozesse bedeutend verändern können;
- die Zeitspanne, in dem sich die Hintergrundwerte sehr wahrscheinlich nur aufgrund des menschlichen Wirkens ändern werden (eine Ausnahme stellen Naturereignisse großen Ausmaßes dar).

Die zweite Zeitspanne ist im Allgemeinen kürzer als die erste.

Es ist möglich, dass bei der Messung der Hintergrundwerte eine bestimmte historische Zeitspanne von Interesse ist. Bildet sich in dieser Zeitspanne eine Bodenschicht heraus, ist es tatsächlich möglich, die Hintergrundwerte für diese Zeitspanne zu bestimmen.

Sind Hintergrundwerte nach einer bestimmten Zeit erneut zu bestimmen um festzustellen, ob es zu Veränderungen gekommen ist, sollte die Zeit zwischen den Messungen auf Folgendem beruhen (siehe auch ISO 16133):

- die erwartete Anreicherung der Böden mit Stoffen (Anreicherung beispielsweise aufgrund diffuser Quellen);
- die erwartete Verarmung der Böden an Stoffen (Verarmung beispielsweise aufgrund von Auslaugung, Bioabbau oder Aufnahme durch Pflanzen);
- Veränderungen in der Konzentration, die sowohl analytisch als auch statistisch bestimmt werden können.

5.2.5 Maßstab der Probenahme

Die Variabilität der Konzentration ist definitionsgemäß eine maßstabsbezogene Kenngröße. In Abhängigkeit vom Volumen, für das ein analytisches Ergebnis als repräsentativ angesehen wird, kann die vorliegende Variabilität der Konzentration unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Der Maßstab stellt daher einen wichtigen technischen Aspekt dar, hinsichtlich dessen vor der Datenerfassung eine Entscheidung zu treffen ist.

Im Falle (überwiegend) zweidimensionaler Erhebungen ergibt sich der räumliche Bezug durch die Größe (und die Geometrie) der beprobten Fläche an einem Probenahmestandort.

Die Untersuchung schließt immer eine bestimmte Bodenschichtdicke ein. Da in horizontaler Ebene die Ausdehnung jedoch viel größer ist als in vertikaler Ebene, wird der räumliche Bezug bei bodenbezogenen Untersuchungen in den meisten Fällen zweidimensional beschrieben.

Die Variabilität der natürlichen pedo-geochemischen Konzentration und der Hintergrundkonzentration steigt oft mit der Größe der untersuchten Bodenfläche an. Es wird daher empfohlen, den natürlichen pedo-geochemischen Wert und den Hintergrundwert auf einem räumlichen Maßstab zu prüfen, welcher dem Verwendungszweck nahe kommt. Wenn beispielsweise ein natürlicher pedo-geochemischer Wert oder Hintergrundwert zur Bewertung der Bodenkontamination in einem lokalen Maßstab herangezogen wird, z. B. für ein landwirtschaftliches Grundstück, einen kontaminierten Standort oder eine Wattwasserscheide, dann muss auch ein natürlicher pedo-geochemischer Wert oder Hintergrundwert verwendet werden, der dem selben Maßstab entspricht.

Weitere Informationen zum Maßstab sind im Anhang A zu finden.

5.3 Auswertung vorhandener Daten

5.3.1 Allgemeines

Bei der Verwendung vorhandener Daten muss besonders auf die Qualität und die Vergleichbarkeit dieser Daten geachtet werden, besonders wenn die Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen. Die Messunsicherheit dieser Daten ist zu berücksichtigen. Daten mit geeigneten Informationen sind im Hinblick auf die jeweiligen Ziele der Bewertung in einem schrittweisen Verfahren zu harmonisieren. Im Allgemeinen führt die Harmonisierung von Datensätzen zu einer mehr oder weniger starken Reduzierung des Bias zwischen den Datensätzen. Dennoch ist das Verfahren der Harmonisierung von Datensätzen unumgänglich, wenn eine fundierte und verlässliche Auswertung erreicht werden soll. Die jeweilige Harmonisierungsstrategie sollte Aspekte wie umfassen.

- a) die Prüfung der Vollständigkeit der Datensätze (einschließlich Abschätzungen der Messunsicherheit für jede Messung)
- b) die Harmonisierung unterschiedlicher Probenahmestrategien, Verweisungen, Nomenklaturen und analytischer Verfahren;
- c) die Identifizierung und Eliminierung kontaminierter Proben (definitionsgemäß von der Population der Hintergrundwerte ausgenommen)

ANMERKUNG Natürliche Anomalien des pedo-geochemischen Hintergrunds können für hohe Werte sorgen, die folglich als „kontaminierte Proben“ erscheinen. Es ist wichtig, diese Fälle durch eine genaue Schreibtischstudie zu errahnen, um diese Proben nicht zu eliminieren.

5.3.2 Vollständigkeit der Datensätze/Mindestanforderungen

Um einen Mindestgrad an Datenqualität sicherzustellen, ist es erforderlich, ausreichende und fundierte Informationen zu den Daten bereitzustellen, beispielsweise:

- Datum der Probenahme,
- Verfahren zur Auswahl der Probenahmestandorte (Probenahmeflächen),
- Maßstab der Probenahme (Bereich oder lokal),
- Standort (Koordinaten),
- Tiefenintervalle bei der Probenahme,
- Anzahl und Konfiguration der Proben (z. B. regelmäßiges Gitter oder Zufallsstichprobenahme), die an einem Probenahmestandort (Probenahmefläche) entnommen wurden,
- Extraktions- und Analyseverfahren für die Komponenten (einschließlich Daten zur Qualitätssicherung, Schätzungen der analytischen Unsicherheit und der Nachweisgrenzen nach ISO 18400-106),
- standortspezifische Informationen (z. B. Pedologie/Lithologie, Landnutzung).

Diese Informationen können verwendet werden, um die Eignung der Daten im Hinblick auf das Ziel der Bestimmung von Hintergrundwerten einschätzen zu können.

Die Definition der Mindestanforderungen an die Informationen zu den Datensätzen hängt unter anderem von den betrachteten Stoffen, dem betrachteten Gebiet, der betrachteten räumlichen Ausdehnung und der Herangehensweise ab, die angewendet wurde, um eine angemessene räumliche Darstellung der punktbezogenen Daten zu erreichen.

Abgesehen von den oben angegebenen Informationen hängen die Art und der Grad der Genauigkeit z. B. der standortspezifischen Informationen vom Boden und weiteren Parametern ab, die das Verhalten der Stoffe und damit deren Konzentration im Boden beeinflussen. So müssen beispielsweise anorganische Stoffe wegen ihrer vorherrschenden geogenen Herkunft in erster Linie mit lithogenen Bodeneigenschaften in Zusammenhang gebracht werden, während der Gehalt an organischen Stoffen in Böden stärker mit z. B. landnutzungsbezogenen Parametern zusammenhängt.

5.3.3 Vergleichbarkeit der Daten (Probenahme, Nomenklaturen, Analysen)

Unterschiedliche Probenahmestrategien können einen entscheidenden Einfluss auf die Vergleichbarkeit von Datensätzen haben. Probleme entstehen hier besonders durch den Vergleich von horizontbezogenen mit tiefenstufenbezogenen Proben sowie dem Vergleich von Verbund- mit Einzelproben. Weiterhin muss die Repräsentativität, die die Variate einer Probenpopulation im Hinblick auf denselben räumlichen Bezug für ein Gebiet hat, berücksichtigt werden. Ebenso kann eine ungleichmäßige räumliche Verteilung der Probenahmepunkte innerhalb eines Gebietes aufgrund einer Überbewertung einiger Teile des Untersuchungsgebietes zu systematischen Fehlern bei der Einschätzung der Parameter der Häufigkeitsverteilung führen. Um diesem Problem zu begegnen, wird beispielsweise das Block-Kriging-Verfahren vorgeschlagen. Es wird dringend empfohlen, mögliche Ungenauigkeiten durch Mischen von Datensätzen aus verschiedenen Untersuchungen sorgfältig gegen die Vorteile abzuwägen, die sich aus einer erhöhten Anzahl von Proben und damit einer erhöhten Repräsentation der Probenpopulation ergeben.

Das Maß, in dem unterschiedliche Probenaufschluss- und Analyseverfahren (Extraktion, Messung) verglichen und harmonisiert werden können, muss für jeden Einzelfall gegen z. B. die beabsichtigte Genauigkeit des Hintergrundwertes abgewogen werden. Bei allen Stoffen können die Analyseergebnisse aus unterschiedlichen Analyseverfahren durch die Anwendung von Regressionsfunktionen oder -konstanten

umgewandelt werden, vorausgesetzt die jeweiligen Zusammenhänge sind bekannt. Alternativ können die Analyseverfahren entsprechend den operativ definierten extrahierten Fraktionen grob in Gruppen eingeteilt werden (siehe Anhang C, Tabelle C.2). Je größer die Spannweiten der klassierten Hintergrundwerte als Zielvariable sind, umso geringer ist möglicherweise die Anforderung an die Vergleichbarkeit der Daten. Dennoch sollte die die Auswertung durchführende Person berücksichtigen, dass ein Mischen von Datensätzen, die mit Hilfe unterschiedlicher Analyseverfahren analysiert wurden, in jedem Fall Kompromisse erfordert. Per Definition sind die Hintergrundwerte relativ niedrig (außer in Bereichen mit natürlich hohem pedo-geochemischen Hintergrund). Es kann wichtig sein, die Nachweis- und Quantifizierungsgrenzen jedes Analyseteils zur Vergleichbarkeit der Daten zu berücksichtigen.

5.3.4 Eliminierung von Ausreißern

Entsprechend der Definition 3.1 schließt die Hintergrundkonzentration für Stoffe in Böden den gemäßigten diffusen Eintrag in den Boden mit ein. Daher sind lokal kontaminierte Standorte von der Population der Hintergrundkonzentrationen ausgenommen. Folglich sind Daten, die offensichtlich von lokal kontaminierten Standorten stammen, zu identifizieren und aus dem entsprechenden Datensatz zu eliminieren. Für diesen Zweck stehen verschiedene statistische Prüfungen für die Identifizierung von Ausreißern zur Verfügung, z. B. Prüfungen zur Verteilung der Daten, explorative Datenanalyse (Box-Plots), Analyse der Hauptkomponenten usw. (siehe auch 5.5.1.2.1 und Anhang B).

Die Eliminierung von Ausreißern hat wesentlichen Einfluss auf die resultierende Bestimmung der Hintergrundwerte. Die statistische Identifizierung von Ausreißern an sich ist nicht ausreichend, um einen hohen (oder niedrigen) Messwert aus der Datenbasis zu eliminieren, die den Hintergrundwert beschreibt. Dennoch stellt die statistische Prüfung ein gutes Verfahren dar um zu definieren, welche Daten detaillierter untersucht werden sollten um festzustellen, ob eine Erklärung dafür gefunden werden kann, dass es sich bei dem hohen Wert um einen Ausreißer handelt. Wird eine solche Erklärung gefunden, stellt der Wert in der Tat einen Ausreißer dar und sollte eliminiert werden. Im Gegensatz dazu, wird ein Ausreißer nicht eliminiert, sondern der Maßstab der Studie sollte angepasst werden, wenn die Erklärung zeigt, dass es sich um eine natürliche Anomalie handelt.

5.4 Erhebung neuer Daten

5.4.1 Probenahme

5.4.1.1 Probenahmestrategie

5.4.1.1.1 Allgemeine Überlegungen

Die pedo-geochemische Konzentration und die übliche Konzentration der Stoffe variieren in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Sie sind auch von den Bodenhorizonten abhängig, da pedogene Vorgänge Komponenten im Boden modifizieren und umverteilen, was im Allgemeinen zur Bildung verschiedener Bodenhorizonte führt, die eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen können.

Die Landnutzung und die Entfernung zu Kontaminationsquellen beeinflussen die Konzentration von Stoffen im Boden ebenfalls. Das menschliche Wirken modifiziert die Zusammensetzung des Bodens durch landwirtschaftliche Nutzung, Abfälle, Baumaßnahmen, atmosphärische Niederschläge aus industriellen Prozessen, Haushalte, Verkehr usw. Ein Probenahmeort wird hier als eine kleine Fläche in der Größenordnung zwischen wenigen m² bis zu etwa 1 ha angesehen, von dem jeweils eine Probe aus jeder Bodenschicht bzw. jedem Bodenhorizont von Interesse entnommen wird.

Dieser Abschnitt stellt zwei Strategien für die Auswahl der Probenahmeorte im Untersuchungsgebiet dar: die systematische und die typologische Herangehensweise. Die Entscheidung für eine der beiden Strategien wird im Allgemeinen durch den Grad des bereits bestehenden Wissens über Boden und Landnutzung beeinflusst. Sofern relativ wenig bekannt ist, ist die systematische Herangehensweise häufig geeigneter. Beide Ansätze stellen typische Herangehensweisen innerhalb des Spektrums möglicher Strategien dar. Es ist daher möglich, eine gemischte Strategie zu entwickeln, bei der einige Aspekte der systematischen Herangehensweise mit solchen der typologischen Herangehensweise kombiniert werden. Diese hybride

Herangehensweise wird bei der Untersuchung von städtischen Bereichen empfohlen, die systematische Herangehensweise erlaubt die Optimierung der Bereichsabdeckung, während die typologische Herangehensweise basierend auf der Landnutzung die Verlegung der Probenahme in jede einzelne Zelle des Gitters erlaubt und sich auf die verfügbare Bodenoberfläche konzentriert und (potenziell) kontaminierte Böden ausschließt.

5.4.1.1.2 Systematische Herangehensweise

Die Probenahmeorte werden unter Anwendung eines Gitters ausgewählt. Der Abstand der Gitterpunkte ist abhängig von der für die Bestimmung der pedo-geochemischen und/oder Hintergrundkonzentration gewünschten Auflösung. Grundsätzlich sollte der Abstand zwischen den Probenahmeorten so gewählt sein, dass mit der kleinsten Anzahl von Proben jede der festgelegten Bodeneinheiten repräsentiert wird. Es kann ein Quadratgitter mit variabler Zellengröße angewendet werden (verfügbare Monitoringempfehlungen sollten beachtet werden).

Im regionalen Maßstab können z. B. quadratische Zellen mit einer Seitenlänge von 16 km, 5 km oder 2,5 km eingesetzt werden, während für die Untersuchung eines kleinen Gebietes quadratische Zellen mit einer Seitenlänge von einigen hundert Metern geeigneter sind.

Erweist sich aufgrund von Gebäuden, Straßen, Gewässern oder aus einem anderen Grund die Probenahme an einem bestimmten Gitterpunkt als unmöglich, darf unter Anwendung eines systematischen Verfahrens ein neuer Ort gewählt werden. So kann es beispielsweise zulässig sein, vom Ausgangspunkt in festgelegten Schritten abzuweichen, wobei die Abweichung zuerst in nördlicher, dann in östlicher, in südlicher und schließlich in westlicher Richtung erfolgt.

Für jeden ausgewählten Standort sollte die Verlagerung der Probenahme fläche erwogen werden, wenn diese durch nahe gelegene punktförmige Quellen möglicherweise stark verunreinigt sind, oder falls im Rahmen der pedo-geochemischen Betrachtung irgendeine Quelle den Untersuchungszweck stören könnte (z. B. sollten Probenahmen unterhalb von elektrischen Überlandleitungen vermieden werden, wenn die Zinkkonzentration des Bodens von Interesse ist).

Die Proben werden aus Bodenschichten mit festgelegter Tiefe oder aus einem definierten pedologischen Horizont entnommen. Sind die oberen Schichten durch diffuse Quellen verunreinigt, zeigt die so bestimmte Konzentration die Hintergrundkonzentration in diesen Böden an. Hinsichtlich relativ immobiler Stoffe (z. B. Schwermetalle) sind die tiefen Schichten, besonders die über 40 cm tief gelegenen, im Allgemeinen nicht verunreinigt (vorausgesetzt es kann eine lokale Verunreinigung durch punktförmige Quellen ausgeschlossen werden), und die jeweilige Stoffkonzentration kann als pedo-geochemische Konzentration angesehen werden.

Für städtische Bereiche wird empfohlen, die mögliche Ausgrabung von Böden zur städtischen Entwicklung zu berücksichtigen. Daher sollten die Probenahmen sowohl oberflächliche, als auch tiefe Böden, die ausgegraben werden könnten (bis zu 2 m tief) abdecken.

Gleichzeitig mit der Probenahme sollte eine umfassende Standort- und Bodenbeschreibung (Anhang C, Tabelle C.2) erfolgen.

ANMERKUNG Meistens wird die systematische Herangehensweise für den Oberboden verwendet.

5.4.1.1.3 Typologische Herangehensweise

Bei der typologischen Herangehensweise wird der Boden entsprechend dem Ausgangsmaterial der Bodenbildung (für anorganische Stoffe), dem Bodentyp und der Landnutzung stratifiziert. Standorte, die durch angrenzende punktförmige Quellen möglicherweise stark verunreinigt sind, werden nicht berücksichtigt.

Für die typologische Herangehensweise sind detaillierte Informationen über das zu untersuchende Gebiet erforderlich. Um das Probenahmeschema zu erarbeiten, müssen Informationen zu beispielsweise der Geologie, der Pedologie, der Landnutzung und den möglichen Quellen für Verunreinigungen zusammengetragen und ausgewertet werden.

Hinsichtlich anorganischer Stoffe bezieht sich der erste Schritt der Stratifizierung des Gebietes auf das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Innerhalb jeder Schicht des Ausgangsmaterials wird der Boden erneut stratifiziert; sofern davon ausgegangen wird, dass die Bodenbildung die Verteilung der Stoffe im Boden wesentlich modifiziert hat, erfolgt eine Stratifizierung auf der Grundlage der Bodenbildung. Die weitere Stratifizierung, z. B. für organische Stoffe ist auf die Landnutzung bezogen: es wird empfohlen, zwischen Kulturland, Waldböden und Böden unter Wiesen oder spontan entstandener Vegetation zu unterscheiden. Im lokalen Maßstab beruht die beste Stratifizierung auf der Pedologie, z. B. der Abfolge von Bodentypen, da durch diese taxonomischen Unterschiede im Allgemeinen die meisten Schwankungen bei den Bodeneigenschaften erklärt werden können. Abschließend ist der Horizont auszuwählen, aus dem die Proben entnommen werden sollen. Wenn keine offensichtlichen Tiefenhorizonte vorliegen, sollte die Tiefe der Probenahme definiert werden.

Innerhalb einer Stratum sollten die Probenahmeorte im Allgemeinen so gewählt werden, dass das Gebiet auf repräsentative Weise abgedeckt wird. Innerhalb jedes Stratum kann die Auswahl der Probenahmeorte unter Anwendung eines Zufallsprobenahme-Schemas oder eines systematischen Probenahmeschemas erfolgen.

ANMERKUNG Neben dem Ausmaß an Vorkenntnissen ist auch die Art der Fragestellung wesentlich bestimmend für die Wahl zwischen einem Zufallsprobenahme-Schema oder einem systematischen Probenahmeschema. Um die Parameter einer Häufigkeitsverteilung der Hintergrundkonzentrationen zu bestimmen, ist eine Zufallsprobenahme am geeignetsten. Für eine Kartierung der Hintergrundkonzentrationen ist im Allgemeinen ein (zentriertes) regelmäßiges Gitter besser geeignet.

5.4.1.2 Anzahl der Proben

Die Hintergrundwerte können nicht in einem zentralen Parameter, wie z. B. dem Mittelwert, zusammengefasst werden. Die Variabilität einer bestimmten Konzentration im Boden muss so präzise wie möglich beschrieben werden. Im Falle einer normalen Wahrscheinlichkeitsverteilung ist die Anzahl der für die Schätzung der Standardabweichung erforderlichen Proben unabhängig von der Standardabweichung der Population. Sie kann unter Anwendung von Tabelle 1 bestimmt werden, die zeigt, dass für die Schätzung der Standardabweichung einer normalen Population mindestens 30 Proben erforderlich sind.

Tabelle 1 — Maximaler relativer Fehler bei der Schätzung der Standardabweichung einer normalen Population, wobei $\alpha = 0,05$ (Vertrauensgrenzen); n : Anzahl der Proben

n	e _r (%)
10	57
20	35
30	27
40	23
50	21

Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Stoffen in Böden sind jedoch nur selten normal verteilt. Häufig sind sie positiv schief, jedoch nicht notwendigerweise log-normal. Der geschätzte Wert der erforderlichen Anzahl von Proben für die Bewertung der Variabilität einer solchen Verteilung kann in diesem Fall gleich der Anzahl von Proben sein, die benötigt werden, um ein repräsentatives Histogramm zu entwerfen oder um repräsentative Perzentile zu berechnen. Hierfür wird eine Zahl von mindestens 30 Proben empfohlen.

ANMERKUNG Um eine erhebliche Anzahl (ungefähr 30) zur Abschätzung der Hintergrundwerte zu erhalten, wird empfohlen, mehr als 30 Proben zu entnehmen, falls Ausreißer eliminiert werden müssen oder unerwartete Probleme auftreten.

5.4.1.3 Bodenbeschreibung

Die Interpretation der Hintergrundkonzentrationen von Böden erfordert allgemeine Informationen über das Untersuchungsgebiet. Die wichtigsten Parameter für die Bodenbeschreibung des Untersuchungsgebietes sind in Tabelle 2 aufgeführt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Verlässlichkeit der Interpretation der Daten wesentlich von einem fundierten Wissen über das Untersuchungsgebiet abhängig ist; daher sollte die Erfassung von Daten zu den in Tabelle 2 angegebenen Parametern so umfassend wie möglich sein.

Tabelle 2 — Parameter für die Standort- und Bodenbeschreibung

Parameter		ISO-Norm
Geländeform und Topographie	Topographie, Geländeform, Landelement, Standortkoordinaten, Gefälle, Mikrotopographie	ISO 25177
Landnutzung und Vegetation	Landnutzung, menschlicher Einfluss, Vegetation	ISO 25177
Geologie und Lithologie	Art des Ausgangsmaterials, Tiefe des Bodens	ISO 25177
Oberflächenkenngrößen	Gesteinsausbiss, grobe Oberflächenfragmente, Erosionserscheinungen, Oberflächenversiegelung, Oberflächenrisse, sonstige Kenngrößen	ISO 25177
Boden-Wasser-Verhältnis	Wasserbilanz, Regen, Evapotranspiration, Grundwasserneubildung, Vorhandensein und Höhe des Wasserspiegels, Entwässerung des Standortes, Feuchtigkeitsbedingungen	ISO 25177
Bodeneinheit entsprechend dem Bodentyp/Bodenprofil des angewendeten Klassifizierungssystems, das in der Beschreibung der ISO 11259 verwendet wird	Bodeneinheit entsprechend dem angewendeten Klassifizierungssystem	ISO 25177
	Abfolge und Tiefe der Diagnosehorizonte, Art der Grenzflächen	
	Bodenfärbung (Matrix, Fleckenbildung)	
	Organische Substanz	
	Struktur, grobe Elemente, Vorhandensein von Fremdmaterial, pedologische Merkmale	
	Carbonate, pH-Wert (Feldmessung), elektrische Leitfähigkeit	
	Textur, Hohlräume, Rissbildung, Inhomogenitäten	
	Lagerungsdichte und Konsistenz	
	Geschätzte Gesamtporosität	
	Wurzeln, Wurmgänge, biologische Aktivität ^a	
^a siehe World Reference Base für die Bodenklassifikation http://www.fao.org/docrep/w8594e/w8594e00.HTM		