



Fachbeirat Bodenuntersuchung

F B U

Vorsitzender: Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Konstantin Terytze

Methodensammlung

Boden-/Altlastenuntersuchung

Version 1.0

Stand: 4. Juni 2014

An der Methodenfortschreibung beteiligte Personen/Institutionen (Mitglieder der FBU UAG Analytik) in alphabetischer Reihenfolge:

Hr. Dr. A. Barrenstein, LANUV NRW (2009, 2013, 2014)

Hr. Dr. H. Jäger, Eurofins West (2009, 2013)

Fr. Dr. P. Lehnik-Habrink, BAM (2009, 2013)

Hr. Dr. R. Lichtfuss, Institut für Hygiene und Umwelt HH (2009)

Hr. Dr. D. Lück, BAM (2009)

Hr. Dipl.-Geol. A. Paetz, DIN (2009, 2013)

Hr. Dr. A. Zeddel (2014)

Inhaltsverzeichnis

- Vorwort**

- I. Allgemeiner Teil**
 - I.1 Ziel der Methodensammlung Boden-/Altlastenuntersuchung**
 - I.2 Begriffe**
 - I.3 Benutzerhinweise**

- II. Regelwerksbezogener Teil**
 - II.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung**
 - II.1.a Feststoffe**
 - II.1.b Grundwasser, Sickerwasser**
 - II.1.c Bodenluft**
 - II.2 Probenvorbereitung**
 - II.2.1 Probenkonservierung, -transport, -lagerung**
 - II.2.2 Probenvorbereitende Techniken**
 - II.2.3 Bestimmung grundlegender Kenngrößen**
 - II.2.4 Mechanische Probenvorbereitung**
 - II.2.5 Extraktions- und Aufschlussverfahren**
 - II.2.6 Elutionsverfahren**
 - II.3 Allgemeine Parameter**
 - II.3.1 Allgemeine Parameter Feststoffe**
 - II.3.2 Allgemeine Parameter Eluate/Perkolate, Wässer**
 - II.4 Physikalische Parameter, Feststoffe**
 - II.5 Anorganische Analytik**
 - II.5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe**
 - II.5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer**
 - II.6 Organische Analytik**
 - II.6.1 Organische Analytik, Feststoff**
 - II.6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer**
 - II.6.3 Organische Analytik, Bodenluft**
 - II.7 Summenparameter**
 - II.7.1 Summarische Parameter, chemisch**
 - II.7.2 Summarische Parameter, biologisch**

- III. Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten**

- IV. Anhang**
 - IV.1 Literaturverzeichnis**
 - IV.2 Abkürzungsverzeichnis**

Vorwort

Die vorliegende Sammlung von Feld- und Labormethoden zur Probenahme, Probenvorbehandlung, -vorbereitung und Analytik für die Boden- und Verdachtsflächenuntersuchung soll Behörden, Untersuchungsstellen und Gutachter unterstützen. Die Abstimmung von Auftraggebern mit den Untersuchungsstellen über die anzuwendenden Untersuchungsverfahren soll vereinfacht werden. Untersuchungen auf Basis gleicher Analysenverfahren sichern die Vergleichbarkeit und Qualität von Ergebnissen.

Der Fachbeirat Bodenuntersuchung (FBU) wurde vom BMU am 14. Juni 2000 einberufen. Er stellt Erkenntnisse über fortschrittliche Bodenuntersuchungsverfahren und -methoden zusammen und gibt entsprechende Empfehlungen ab. Darüber hinaus ist die vergleichende Bewertung von Verfahren und Methoden als wichtige Aufgabe des FBU anzusehen. Die Ergebnisse dieser Bewertung sind in der vorliegenden Methodensammlung (kurz: „Methosa“) zusammengefasst.

Die vorliegende Methodensammlung stellt eine Fortschreibung der Untersuchungsverfahren auf Basis der Bundes-Bodenschutz- und -Altlastenverordnung (BBodSchV) [1] dar. Sie berücksichtigt die fortschreitende Entwicklung der Analysenverfahren im Rahmen der nationalen und internationalen Normungsarbeit. Die Zusammenstellung soll im Laufe der Zeit regelmäßig aktualisiert und ergänzt werden.

I. Allgemeiner Teil

I.1 Ziel der Methodensammlung Boden-/Altlastenuntersuchung

Durch die vorliegende Methodensammlung „Boden-/Altlastenuntersuchung“ soll eine

- zeitnahe Fortschreibung des Standes der Technik für die Feststoffuntersuchung,
- Erhöhung der Effizienz durch Methodenharmonisierung (Reduzierung vorzuhaltender Methoden in Untersuchungsstellen),
- Reduzierung von Kosten und Zeitaufwand für die jeweiligen Messgröße durch die Vereinheitlichung der Verfahren auch für verschiedene Rechtsbereiche,
- Steigerung der Qualität von Bodenuntersuchungen,
- Verbesserung der Übersicht und der Handhabung in der Praxis

unterstützt werden.

Ziel dieser Methodensammlung ist es, als Kompendium für untergesetzliche Regelungen im Bodenschutzbereich zu dienen. Zur zukünftigen Vereinheitlichung der Vorgaben für Bodenuntersuchungen werden die notwendigen Grundlagen bereitgestellt, um im Zuge einer Methodenharmonisierung robuste und leistungsstarke Verfahren vorrangig anwenden zu können.

Die vorliegende Zusammenstellung soll darüber hinaus dem mit der Thematik befassten Personenkreis, u. a.

- Gutachter,
- Untersuchungsstellen,
- Vollzugsbehörden,
- Akkreditierungsstelle

einen Überblick und eine Hilfestellung zu den in der Bodenanalytik verwendeten Untersuchungsverfahren geben.

Vielfach müssen von den Untersuchungsstellen fachlich veraltete Analysenverfahren vorgehalten werden. Dies verursacht nicht nur unnötige Kosten, sondern bedeutet für die Untersuchungsstellen zudem einen höheren Aufwand bei der Qualitätssicherung und Akkreditierung.

Bei der Auswahl von Verfahren zur Untersuchung von Böden und Materialien von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten ist vor allem die Vielfalt der Materialtypen zu berücksichtigen. Unterschiedliche Boden- bzw. bodenähnliche Materialien wie:

- Klärschlamm, Kompost,
- Anschüttungsmaterialien (Schlacken),
- bodenähnliche Materialien (z.B. mineralische Baustoffe und Baustoffgemische),
- Bodenaushub aus dem Altlastenbereich (Zechen-, Kokerei-/Tankstellenstandorten),
- Feststoffe mit schädlichen Bodenveränderungen (Bodenmaterial nach Gefahrstoffunfällen, Brandschadensereignissen)

erfordern ein differenziertes Vorgehen nicht nur bei den für den Aussagewert von Untersuchungen besonders wichtigen Probenahmen, sondern auch bei den nachfolgenden Schritten der Probenvorbereitung und den anzuwendenden Analysenverfahren.

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für die Boden-/Altlastenuntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum BBodSchG, der BBodSchV [1] sowie sonstigen Regelungen wie dem Fachmodul Boden und Altlasten [3] zu entnehmen.

Zu beachten ist außerdem, dass insbesondere bei der Auskoffnung von Boden/-Bodenmaterial (Verwertung von Abfällen) mitunter weitere Rechtsbereiche mit ggf. eigenen Festlegungen zur Untersuchung zu berücksichtigen sind. Ein Beispiel dafür ist die Verwertung mineralischer Abfälle durch Auf- oder Einbringen auf oder in den Boden, die die Berücksichtigung wasserrechtlicher Vorgaben erforderlich macht.

I.2 Begriffe

Referenzverfahren im Sinne dieser Methodensammlung sind die im Anwendungsbereich der BBodSchV vorgeschriebenen Verfahren.

Alternative Referenzverfahren sind den formal gültigen Referenzverfahren gleichwertig und werden vom FBU für die Vollzugspraxis empfohlen. Verfahren für solche Parameter, die nicht durch die BBodSchV geregelt werden, jedoch im Rahmen einzelfallspezifischer Untersuchungen von besonderer Bedeutung sein können (z. B. Antimon oder leichtflüchtige Verbindungen bei Feststoffuntersuchungen) und vom FBU empfohlen werden, werden mit folgender Formulierung auch auf den Begriff Referenzverfahren bezogen: „**wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen**“.

Validierte Verfahren sind in Ringversuchen getestete Verfahren.

Gleichwertige Verfahren: Als gleichwertig gilt ein Verfahren dann, wenn es nach Auffassung des Fachbeirats Bodenuntersuchung die stofflichen Eigenschaften eines Materials in gleicher Qualität darstellt wie das entsprechende Referenzverfahren.

Ergebnisunsicherheit¹: Die Beurteilung und der Vergleich von Untersuchungsergebnissen erfordern ein Maß für ihre Verlässlichkeit. Dieses Maß wird als Unsicherheit bezeichnet. Sie ist definiert als „ein dem Ergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte“¹. Beim Vergleich von Untersuchungsergebnissen, insbesondere zur Überwachung von Wertmaßstäben, ist die Angabe der Unsicherheit eine wichtige Kenngröße zur Bewertung des Untersuchungsergebnisses.

Quellen für die Unsicherheit von Untersuchungsergebnissen sind u. a.:

- die Eigenschaften des untersuchten Objekts (z.B. Heterogenität des Prüfguts bzw. die Inhomogene Stoffverteilung der Merkmale),
- die Probenahme/Probenaufbereitung,
- das angewandte Mess-/Prüfverfahren inkl. der Unsicherheit der (zertifizierten) Referenzmaterialien, die der Messung zugrunde liegen.

Um ein Messverfahren zu charakterisieren, werden die Begriffe Präzision und Richtigkeit verwendet (vgl. Abb. I.2-2).

Die Präzision ist das Maß für statistische (zufällige) Fehler (z. B. Ablese- und Interpolierfehler, Pipettier- und Wägefehler).

¹ Für weitergehende Informationen zu diesem Thema wird verwiesen auf: „Leitfaden zur Ermittlung von Messunsicherheiten bei quantitativen Prüfergebnissen“ (Deutsche Ausgabe des EUROLAB Technical Report 1/2006 „Guide to the Evaluation of Measurement Uncertainty for Quantitative Test Results“) und die dort genannte Literatur

Die Richtigkeit ist die Übereinstimmung des Messwertes mit einem als richtig akzeptierten Wert. Systematische Fehler eines Messverfahrens können z. B. durch Untersuchung mit mehreren physikalisch unabhängigen Analysemethoden oder durch den Einsatz zertifizierter Standardreferenzmaterialien erkannt werden.

Hinweise auf die Unsicherheit der validierten Analysenverfahren sind den jeweiligen Normen zu entnehmen. Bei Feststoffuntersuchungen wird das Ausmaß der Unsicherheit des ermittelten Analyseergebnisses häufig weniger durch die Untersuchung im Labor, als vielmehr durch die inhomogene Stoffverteilung und die heterogene Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials bestimmt.

Die Nachweisgrenze (NWG) gibt die kleinste Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **idealen Probe** an, die mit einer Analysemethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift detektiert werden kann.

Die Bestimmungsgrenze (BG) gibt die kleinste Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **idealen Probe** an, die mit einer Analysemethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift quantifiziert werden kann.

Die untere Anwendungsgrenze (UAG) ist die Bestimmungsgrenze im Anwendungsbereich. Sie gibt die kleinste quantifizierbare Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **realen Probe** an, die mit einer Analysemethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift ermittelt werden kann. Sie hängt insbesondere vom Einfluss der Stör- bzw. Begleitkomponenten (Matrix) ab.

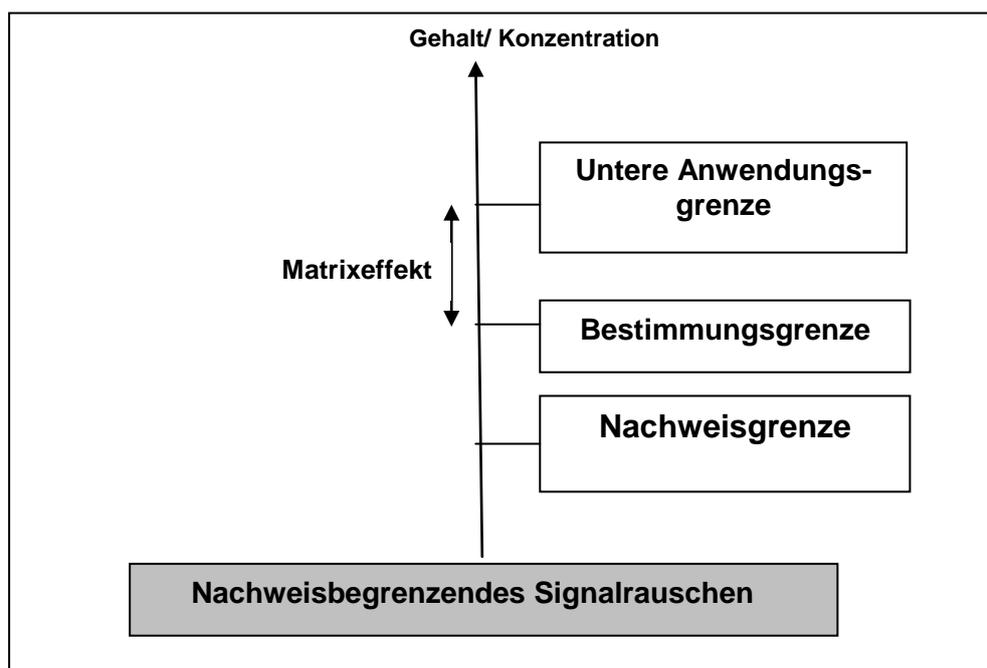


Abb. I.2-1: Graphische Erläuterung der Begrifflichkeiten Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze und untere Anwendungsgrenze

Hinweis: Der Begriff ‚Untere Anwendungsgrenze‘ wird im HBU [4] auf den blauen Vorblättern der einzelnen Normen auch verwendet, um die bei unterschiedlichen Normen abweichend verwendeten Begrifflichkeiten zusammenzufassen. Die auf den Vorblättern aufgeführten Anwendungsgrenzen entsprechen dann den Nachweis- oder Bestimmungsgrenzen oder auch den (empfohlenen) Arbeitsbereichen der jeweiligen Normen. In einzelnen Normen wird der Begriff ‚untere Grenze des Anwendungsbereiches‘ gesondert definiert (EN ISO 17294-2, 02/2004).

In Übereinstimmung mit den Tabellenübersichten des HBU bei den Elementen ist in den Tabellen des Abschnitt II. eine Spalte mit ‚**Anwendungsgrenze**‘ überschrieben – in dieser Spalte werden die jeweiligen Nachweis- oder Bestimmungsgrenzen zitiert.

I.3 Benutzerhinweise

Die Methoden des Anhang I der BBodSchV von 1999 sind hier als „Referenzverfahren“ gekennzeichnet. Optisch wird diesem Sachverhalt durch eine **dunkelgraue Hinterlegung** der Parameter in ihren Zeilen Rechnung getragen. Zusätzlich findet sich in der Spalte „Regelwerk/Regelung, (zitiert in:)“ das Kürzel „BBodSchV“ als weiterer Hinweis.

Nach der durch den FBU durchgeführten vergleichenden Bewertung werden die vom FBU als gleichwertig anerkannten Verfahren als „alternatives Referenzverfahren“ bezeichnet (zuletzt veröffentlicht siehe [2]) und sind durch **hellgrau unterlegte Zeilen** markiert. Dabei können diese Verfahren aus folgenden Gründen vom FBU als gleichwertig anerkannt werden:

- ◆ Formale Angleichung oder Aktualisierung von Normen; vom Entwurf zur Endfassung; Übernahme einer Europäischen als Deutsche Norm;
- ◆ Angleichung oder Aktualisierung von Normen mit inhaltlichen Neuerungen / Änderungen jedoch auf gleicher Methodenbasis (z.B. Optimierungen zum Erreichen von verbesserten Nachweisgrenzen oder Verbesserung der Analysen- oder Ergebnisqualität) ohne Notwendigkeit einer erneuten Validierung;
- ◆ Bei neuen Normen auf anderer Methodenbasis (z.B. AAS, ICP) oder stark veränderten Normen erfolgte die Anerkennung auf Grundlage der Validierungsergebnisse.
- ◆ Aus einem anderen Medienbereich liegt eine vergleichbare Norm vor, die gleichwertige Ergebnisse liefert (Methodenharmonisierung zwischen den Rechtsbereichen).

Ohne farbliche Unterlegung (weiß) sind auch standardisierte leistungsstarke Analysenverfahren für weitere Parameter aufgeführt, für die in der Verordnung keine entsprechende Regelung getroffen worden ist, deren Bedeutung jedoch für einzelfallspezifische Untersuchungen gegeben ist.

Auch Verfahren, die eigentlich durch leistungsstärkere Verfahren ersetzbar sind, deren Anwendungsbereich jedoch für Bodenuntersuchungen ausreichend ist und daher im Fachmodul Boden-Altlasten [3] als Alternativverfahren aufgeführt sind, sind ggf. weiß hinterlegt. Ebenfalls weiß hinterlegt sind Parameter, die nicht von der BBodSchV geregelt werden, jedoch von einer Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG für einen bestimmten Teilbereich beherrscht werden müssen (wie beispielsweise die Bestimmung des pH-Wertes von Eluat- oder Wasserproben) - diesen wird der Status des ‚obligatorischen Parameter gemäß Fachmodul Boden-Altlasten‘ in der vorletzten Spalte zugewiesen.

In der **vorletzten Spalte** ergibt sich aus den Kennungen a) „Status“ und b) „sollte ersetzt werden durch“ bei einem Verweis von einem Referenzverfahren zu einem alternativen Referenzverfahren die Gleichwertigkeit des alternativen Referenzverfahrens und damit die aktuelle Methodenempfehlung.

In der **letzten Spalte** sind diejenigen Verfahren, die nach Auffassung des FBU belastbare Ergebnisse liefern, mit dem Kürzel ‚FBU‘ gekennzeichnet. Dies können die in der BBodSchV zitierten Verfahren sein, dies sind alle ‚alternativen Referenzverfahren‘ aber auch solche Verfahren, die der FBU (insbesondere die sich mit der Analytik auseinandersetzen Kleingruppe) aus anderen Gründen hervorhebt, da sie belastbare Ergebnisse liefern. Nicht mit dem Kürzel ‚FBU‘ gekennzeichnete Verfahren liefern entweder nicht belastbare Ergebnisse – dies ist dann im Feld Bemerkungen dargestellt – oder sind nicht (oder bisher nicht) vom FBU eingehend behandelt worden.

Die Verknüpfung zum Fachmodul Boden-Altlasten (FM-BA) und zum Handbuch Bodenuntersuchung (HBU) [4] mit den dort benannten Normen ist durch das Kürzel „FM-BA“ bzw. „HBU“ gegeben.

Die **Fortschreibung der „Methosa“** wird durch eine Anpassung der Kennzeichnung der Version (derzeit V 1.0) deutlich gemacht. Kleinere methodische Überarbeitungen finden ihren Niederschlag in der Erhöhung der Nebenversionsnummer (z.B. V 1.1). Bei größeren Überarbeitungen, z.B. nach Inkrafttreten einer novellierten Fassung des Anhang I der BBodSchV, erfolgt die Einführung (Höherzählung) der Version V 2.0.

II. Regelwerksbezogener Teil

II.1 Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung

Grundvoraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung ist es, dass die Ergebnisse der Untersuchungen ein zuverlässiges Abbild der stofflichen Zusammensetzung des Untersuchungsobjektes geben. Das Untersuchungsobjekt muss dazu hinreichend beschrieben sein, und es muss ausreichend bekannt sein, für welche Grundgesamtheit es repräsentativ ist. Dies ist bei der Untersuchung von Altablagerungen und Altstandorten oft besonders schwierig, da sowohl die Schadstoffverteilung als auch der Untergrund häufig sehr heterogen sind. Die Qualität der Probenahme bestimmt deshalb häufig im Vergleich zu den physikalischen und chemischen Untersuchungsverfahren die Qualität und Interpretierbarkeit der Ergebnisse.

II.1.a Feststoffe

Nutzungsorientierte Beprobungstiefe bei Untersuchungen zu den Wirkungspfaden		
Boden-Mensch und Boden Nutzpflanze		
Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe [cm]
Boden-Mensch (Ingestion)	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0- 10 ¹⁾ 10-35 ²⁾
	Park- und Freizeitanlage	0- 10 ¹⁾
	Industrie und Gewerbegrundstücke	0- 10 ¹⁾
Boden-Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0-30 ³⁾ 30-60
	Grünland	0-10 ⁴⁾ 10-60

¹⁾Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0-2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades; relevante Feinfraktion bis 63µm

²⁾0-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten; zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe

³⁾Bearbeitungshorizont

⁴⁾Hauptwurzelbereich

Wirkungspfadorientierte Probenahme (Beprobungsfläche bzw. Tiefe und Mindestprobenanzahl)	
Wirkungspfad	Flächengröße [ha] und Probenanzahl
Boden-Nutzpflanze	Gleichmäßige Bodenbeschaffenheit: Regelfall: bei 10 ha mindest. von 3 Teilflächen 1MP entsprechender Tiefen mit 15-25 EP pro Teilfläche und MP; Flächen < 5 ha ohne Teilflächenbildung für PN
Boden-Grundwasser	ungesättigte Zone: Horizont- und schichtspezifische Beprobung, PN bei Auffälligkeiten; mindest. 1MP pro laufenden Meter

II.1.b Grundwasser, Sickerwasser

II.1.c Bodenluft

Tab.II.1.a Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
1	Vorgaben gemäß Anhang I BBodSchV	Untersuchung von Materialien aus den Bereichen: Boden, Bodenmaterial, altlastverdächtigen Flächen, oder zum Auf- oder Einbringen vorgesehen sind; auch für Bodenluft	Generelle Anforderungen an d. PN; differenziert nach Wirkungspfaden: Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze, Boden-Grundwasser	Wirkungspfadspezifisch: Ingestion Boden-Pflanze Boden-Grundwasser Verwehung		a) Referenzverfahren (s. Infobox II.a, Feststoffe)	BBodSchV
2	(E-) DIN ISO 10381-1 (02/1996) (08/2003)	Bodenprobenahme, Anleitung zur Aufstellung von PN-Programmen	Festlegung von Probeentnahmepunkten, Probenahmestrategie, Vorgehensweise bei der PN, Dokumentation, QS		Veralteter Stand von 1996 ist aktuell: (08/2003)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 10381-1 (08/2003)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
3	(E-) DIN ISO 10381-2 (02/1996) (08/2003)	Bodenprobenahme, Anleitung für Probenahmeverfahren	Techn. Rahmenbedingungen und Durchführungsmöglichkeiten bei der Boden-PN mittels manueller und geräteunterstützter Verfahren		Veralteter Stand von 1996 ist aktuell: (08/2003)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 10381-2 (08/2003)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
4	(E-) DIN ISO 10381-3 (02/1996) (08/2002)	Bodenprobenahme, Anleitung zur Sicherheit bei der PN	Beschreibung typischer Gefährdungen bei der Entnahme von Bodenproben		Veralteter Stand von 1996 ist aktuell: (08/2002)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 10381-3 (02/2008) unter Beachtung von BGR 128 und TRGS 524	BBodSchV FBU HBU
5	(E-) DIN ISO 10381-4 (02/1996) (04/2004)	PN bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	Entscheidungshilfen zur Wahl der geeigneten PN-Art bei land- und forstwirtschaftlichen Fragestellungen		Veralteter Stand von 1996 ist aktuell: (08/2004)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 103814 (04/2004)	BBodSchV HBU FM-BA
6	DIN ISO 10381-5 (02/2007)	Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten	Anleitung für das Zusammentragen von Informationen, Entwicklung von Kontaminationshypothesen und PN-Strategien			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	HBU FM-BA

Tab.II.1a Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe – Fortsetzung

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
7	LAGA PN 98 (2001)	Altablagerungen (AA); abgeschobenes Bodenmaterial (Haufwerke); heterogene und inhomogene Materialien	Feststoffcharakterisierende PN, „Hot-spot“-PN Volumen-/ Massenabhängige PN Sortenreine PN Vor-Ort-Analytik	Ungeeignet für nicht stichfeste und flüssige Materialien		a) alternatives Referenzverfahren für Haufwerksbeprobungen	FBU HBU FM-BA
8	BGR 128 (02/2006)	Arbeitssicherheit kontaminierte Bereiche Tiefbau	Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit u. Gesundheit bei der Arbeit (BG-Regeln); Arbeiten in kontaminierten Bereichen		Ersatz für die in der BBodSchV zitierte ZH 1/183(04/1997) (s. a. lfd. Nr. 4)	a) alternatives Referenzverfahren	HBU
9	TRGS 524	Technische Regeln für Gefahrstoffe Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen Ausgabe: Februar 2010	Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen einschließl. deren Einstufung u. Kennzeichnung wieder		Konkretisiert die GefStoffV	a) zusammen mit BGR 128 anzuwenden	
10	DIN 38414-11 (1987)	PN Sedimente			Nicht im Regelungsbereich des BBodSchG	a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA

Tab.II.1a Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe – Fortsetzung

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungs-grenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
11	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage (1994)	Umfassende Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung			Ersetzt durch 5. Auflage unter Einarbeitung der Kriterien für die Stadtbodenkartierung	a) Referenzverfahren b) KA5 (lfd. Nr. 12/13)	BBodSchV
12	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5) (2005)	umfassende Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung incl. Stadtbodenkartierung			umfassende, grundlegende Ansprache	a) alternatives Referenzverfahren b) Je nach Fragestellung ist „KA5 kurz“, ausreichend (lfd. Nr. 13)	FBU HBU FM-BA
13	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5, 2009 („KA5-kurz“)	Beschreibung von Bodenhorizonten und –profilen sowie der bodenkundlichen und sensorischen Ansprache von Bodenproben; keine PN-Anleitung			Kein Unterschied zur KA5, zu erfassende Merkmalsanzahl ist auf das des Vollzugs des BBodSchG ausgelegt	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
14	VDLUFA-Methodenhandbuch, Band 1, A1	Hinweise zur Mischprobenbildung				a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
15	DIN EN ISO 14688-1 (06/2011)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung, Probenbeschreibung, Geotechnische Erkundung und Untersuchung			Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden und Altlastenmaterialien erfolgt hier nach ISO 11259	a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	HBU FM-BA
16	DIN EN ISO 14689-1 (06/2011)	Probenbeschreibung, Geotechnische Erkundung und Untersuchung		Gilt nur für Fels		a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	HBU FM-BA
17	DIN 19673 (10/2002)	Zeichnerische Darstellung bodenkundlicher Untersuchungsergebnisse	Darstellung und Schreibweise von bodenkundlichen Profilaufnahmen			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU

Tab.II.1a Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe – Fortsetzung

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
18	DIN EN ISO 22475-1 (01/2007)	Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und GW-Messungen - Teil 1: Techn. Grundlagen der Ausführung	Techn. Grundlagen zur Entnahme von Proben von Boden, Fels, GW; GW-Messungen	Gilt nicht zur Gewinnung von Bodenproben für landwirtschaftliche und umweltbezogene Bodenuntersuchungen.	Ersatz für DIN 4021 und DIN 4022; Hilfreiche Darstellung der Probenahmegeräte; Beschreibung der Einsatzbereiche für Bodenuntersuchungen	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
19	AQS Merkblatt P8/4 (2002)	PN von Schwebstoffen und Sedimenten			Ggf. hilfreich		
20	DIN 4021 (10/1990)	PN Baugrund			Wurde durch DIN EN ISO 22475-1 ersetzt	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU FBU
21	DIN 52101 (03/1988) (06/2005)	PN Gesteinskörnungen			Alte Fassung wurde durch DIN 52101 (06/2005) ersetzt; ergänzt DIN EN 932-1 (03/1988)	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
22	DIN EN 932-1 (11/1996)	PN Gesteinskörnungen aus Lieferungen, Lager und Anlagen; Verfahren zur Anwendung im Bauwesen	Entnahme von EP und/oder Bildung von SP;	Ausschließlich geeignet zur Qualitätssicherung bei der Produktionskontrolle; keine grundmengenabhängige PN	Nur zur Produktkontrolle; im Zweifelsfall Schadstoffcharakterisierung durch LAGA PN 98	a) Referenzverfahren b) LAGA PN 98 (lfd. Nr.7)	BBodSchV HBU
23	DIN 18123 (11/1996) (04/2011)	PN Baugrund; KGV-Bestimmung		Zur Ermittlung der erforderlichen Probenmenge bei führt die Anwendung dieser Norm bei grobkörnigem Material zu unpraktikabel großen Mengen. Für diese Fragestellung ist LAGA PN 98 anzuwenden (lfd. Nr.7)	Alte Fassung wurde durch DIN 18123 (04/2011) ersetzt	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU

Tab.II.1b Probenahmeplanung, Probenahme Grundwasser, Sickerwasser

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
1	DIN EN ISO 5667-1 (04/2007)	Probenahmeplanung			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
2	ISO 5667-11 (2009)	Grundwasser-PN			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
3	DIN 38402-13 (12/1983)	Grundwasser-PN			b) geplant: DIN ISO 5667-11	FM-BA
4	LAWA-GW-RiLi, Teil 3 (03/1993)	Grundwasser-PN		Ggf. hilfreich		
5	AQS-Merkblatt P8/2 (01/1996)	Grundwasser-PN		Wesentliche Hinweise		FM-BA
7	DVGW W 112 (2011)	Grundwasser-PN			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
8	DVWK-Regeln 128 (1992)	Grundwasser-PN			a) wurde in das DVGW-Arbeitsblatt W 112 integriert und damit zurückgezogen.	
9	DVWK-Merkblatt 245 (1997)	Grundwasser-PN			a) wurde in das DVGW-Arbeitsblatt W 112 integriert und damit zurückgezogen.	
10	DWA-M 905 (2012)	Sickerwasser-PN	Probenahme mittels Saugkerzen		a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
11	DIN 38402-12 (06/1985)	Oberflächenwasser-PN (stehende Gewässer)			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
12	DIN 38402-15 (04/2010)	Oberflächenwasser-PN (Fließgewässer)			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
13	DIN 38402-24 (2007)	Schwebstoff-PN		Ggf. hilfreich		
14	DIN 38407-15 (1983)	Grundwasser-PN		Ggf. hilfreich		
15	DVWK-Merkblatt 217 (1990)	Sickerwasser-PN	Probenahme mittels Saugkerzen		a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA

Tab.II.1c Probenahmeplanung, Probenahme, Bodenluft

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
1	VDI 3865-2 (10/1992) (01/1998)	Messplanung für Bodenluftuntersuchungs- verfahren			Veralteter Stand Neu: (01/1998)	a) Referenzverfahren b) aktualisierte Version (06/2000)	BBodSchV HBU FM-BA
2	VDI 3865-1 (01/1998)	PN Bodenluft			Veralteter Stand	a) Referenzverfahren b) VDI 3865-1 (06/2005)	BBodSchV HBU
3	VDI 3865-1 (06/2005)	PN Bodenluft				a) alternatives Referenz- verfahren	FBU FM-BA

II.2 Probenvorbereitung

Von grundlegender Bedeutung für jede Feststoffuntersuchung ist neben der Probenahme die Qualität der Aufarbeitung des Probenmaterials. Dabei erfordern unterschiedliche Materialeigenschaften und Beschaffenheiten spezifische, dem Untersuchungsziel angepasste Probenvorbereitungs- und -vorbereitungsschritte. Eine fehlerhafte Ausführung dieser Arbeitsschritte kann chemische, physikalische oder biologische Prüfverfahren in ihrer Aussagekraft entscheidend einschränken und zu Fehlbeurteilungen führen. Die für Feststoffmatrices bis dato existierenden Normen und Vorschriften weichen teilweise deutlich voneinander ab und weisen selbst für die Bestimmung identischer Stoffgruppen unterschiedliche Bearbeitungsschritte aus.

Mit der hier als Referenzverfahren vorgeschlagenen DIN 19747 wird versucht, durch vereinfachte und vereinheitlichte Vorgehensweisen zu vergleichbaren und reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen, die den unterschiedlichen Materialien und Prüfzielen gerecht werden. Eine Vorbedingung hierbei ist, durch Wahl geeigneter Vorbereitungsschritte zu einer optimalen Merkmalerfassung zu gelangen.

Da jeder Arbeitsschritt naturgemäß mit zufälligen und/oder systematischen Fehlern behaftet ist, muss sichergestellt werden, dass die anzuwendenden Arbeitsschritte und Techniken die zu bestimmenden Merkmale nicht verfälschen, so dass die zu charakterisierende Grundgesamtheit, repräsentiert durch Feld- bzw. Technikumsproben, hinreichend genau abgebildet wird. Die mit der Materialcharakterisierung verbundenen Ansprüche an die Merkmalsbeschreibung erfordern parameter- und materialspezifische Arbeitsschritte, die auf die verschiedenen Untersuchungsverfahren und Prüfziele abgestimmt sind. Daher ist bei Feststoffuntersuchungen generell eine umfassende und zielorientierte Planung notwendig, die alle Wechselwirkungen der verschiedenen Verfahrensschritte berücksichtigt.

Die Anwendung der DIN 19747 schließt unmittelbar an die Probenahme gemäß LAGA PN 98 an. Unter der Bezeichnung „Probenvorbereitung“ werden dabei die Arbeitsschritte Vor-Ort, also das Erstellen einer zum Transport präparierten Laborprobe aus der Feldprobe oder des z. B. im Technikumsmaßstab aufbereiteten Materials, zusammengefasst.

Darauf folgen die notwendigen Arbeitsschritte der „Probenvorbereitung“ am Laborprobenmaterial. Hierzu zählen u. a. Zerkleinerungen und Klassierungen auf Basis zu berücksichtigender Regelwerke.

Letztlich sind im Rahmen der „Probenaufarbeitung“ die Arbeitsschritte im Labor durchzuführen, die erforderlich sind, um die Analysenproben für die verschiedenen Untersuchungsaufgaben herzustellen.

In den beiden folgenden Tabellen II.2.1a und II.2.2b sind die Teilschritte der Probenvorbereitung, wie Probenteilung/-zerkleinerung (mechanische Probenvorbereitung), Aufschluss und Elution dargestellt.

Tab.II.2.1 Probenkonservierung, -transport, -lagerung

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
1	DIN EN ISO 5667-3 (04/1996)	Wasser Probenkonservierung			Veraltete Norm	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 5667-3 (05/2004)	BBodSchV HBU
2	DIN EN ISO 5667-3 (05/2004) (03/2013)	Wasser Probenkonservierung			Berichtigte Norm in der Fassung 03/2013 Gilt für GW und SW	a) alternatives Referenzverfahren	HBU FBU FM-BA
3	DIN ISO 18512 (03/2009)	Probenlagerung, Feststoff	Lagerung von Bodenproben				FM-BA HBU
4	DIN EN ISO 22155 (05/2012)	Probenstabilisierung von leichtflüchtigen Komponenten in Feststoffen (LHKW, BTXE) durch Überschichtung					HBU

II.2.2 Probenvorbereitende Techniken

Tab.II.2.2.2 Probenvorbereitende Techniken (Gefriertrocknung etc.)

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsber eich	Kurzbeschreibung	Leistungs- grenzen	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Gefriertrock- nung	DIN EN ISO 16720 (06/2007)	Boden, Schlamm, Sedimente	Vorfrieren: -35°C; Schichtdicke: ≤ 2cm Vakuum: 37-63 Pa		Führt ggf. bei leichter flüchtigen org. Kompo- nenten zu Memory- Effekten in den Geräten		HBU FBU

Tab.II.2.3 Bestimmung grundlegender Kenngrößen (Trockenmasse etc.)

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
1	Trockenrückstand; Wassergehalt	DIN EN 14346 (03/2007)	Abfälle Wassergehalt >1%	Gravimetrie		a) feste Abfälle b) flüssige Abfälle (azeotrope Gemische)	b) DIN EN 15934 (11/2012)	HBU FM-BA
2	Trockenrückstand	DIN ISO 11465 (12/96)	Boden	Trocknen bei 105°C			a) Referenzverfahren b) DIN EN 15934 (11/2012)	BBodSchV HBU FM-BA
3	Trockenrückstand	DIN EN 12880 (02/2001)	Schlämme, fl., pastös	Trocknen bei 105°C				HBU
4	Trockenrückstand	DIN 38414-2 (11/85)	Schlämme, Sedimente	Trocknen bei 105°C			b) DIN EN 15934 (11/2012)	BBodSchV HBU
5	Trockenmasse	DIN EN 15934 (11/2012)	Schlamm, Bioabfall, Boden, Abfall	Methode A: 105°C-Trocknung Methode B: Karl-Fischer Titration (volumetrisch /coulometrisch; Azeotrope Destillation)		Es ist ausschließlich das Verfahren A zu verwenden	a) Das Verfahren soll künftig die Normen DIN EN 14346, DIN EN 12880 und DIN ISO 11465 ersetzen	FBU HBU
6	Feuchtigkeitsgehalt	DIN 52183 (11/1977)		Trocknen bei 103°C ± 2°C		Zurückgezogen in 07/2006; Empfehlung des Regelsetzer: Verwendung von DIN EN 1383-1 (07/2002)	b) DIN EN 15934 (11/2012)	

Tab.II.2.4 Mechanische Probenvorbereitung

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
1	DIN 19747 (07/2009)	Feststoffe jeglicher Art; geeignet für chem., physikalische und biol. Untersuchungen	Vorbehandlung, Vorbereitung, Aufarbeitung		Schließt lückenlos an LAGA PN 98 an; komplettiert Vorgehensweisen zwischen PN und Analytik; Beinhaltet alle im Untergesetzlichen Regelwerk und Regelungen geforderten Schritte der PV	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
2	DIN ISO 11464 (12/1996)	Vorbehandlung von Bodenproben die mit phys.-chem. Verfahren untersucht werden sollen	Hinweise zu: Trocknen, Zerkleinern, Sieben, Mahlen, Teilen	Anwendung bei anderen Matrices eingeschränkt;	Inhaltlich widersprüchlich und bei Anwendung sind systematische Fehler möglich; Norm wurde ersetzt durch DIN 19747; nicht vollzugspraxistauglich	a) Referenzverfahren b) DIN 19747	BBodSchV HBU
3	DIN ISO 11464 (12/2006)	Vorbehandlung von Bodenproben die mit phys.-chem. Verfahren untersucht werden sollen	Hinweise zu: Trocknen, Zerkleinern, Sieben, Mahlen, Teilen	Anwendung bei anderen Matrices eingeschränkt;	Inhaltlich widersprüchlich und bei Anwendung sind systematische Fehler möglich; Norm wurde ersetzt durch DIN 19747; nicht vollzugspraxistauglich	b) DIN 19747	HBU
4	DIN ISO 14507 (02/1996)	Vorbehandlung von Bodenproben im Labor vor der Bestimmung org. Verunreinigungen	Eigenschaften und Informationen zu flüchtigen und mäßig flüchtigen org. Verbindungen	Nicht anwendbar für die Bestimmung flüchtiger org. Inhaltsstoffe	Defizitäre Ansätze zur Untersuchung von Feststoffen auf org. Verunreinigungen, Norm wurde teilweise ersetzt durch DIN 19747	a) Referenzverfahren b) DIN 19747	BBodSchV HBU
5	DIN ISO 14507 (07/2004)	Vorbehandlung von Bodenproben im Labor vor der Bestimmung org. Verunreinigungen	Eigenschaften und Informationen zu flüchtigen und mäßig flüchtigen org. Verbindungen	Nicht anwendbar für die Bestimmung flüchtiger org. Inhaltsstoffe	Defizitäre Ansätze zur Untersuchung von Feststoffen auf org. Verunreinigungen, Norm wurde teilweise ersetzt durch DIN 19747	b) DIN 19747	HBU

Tab.II.2.4 Mechanische Probenvorbereitung - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
6	Bodenkundliche Kartieranleitung 4.Auflage (KA4) 1996	Probenbeschreibung	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung	Ansprache im Gelände durch Fingerprobe - Hinweis *	Veralteter Stand	a) Referenzverfahren b) 5.Auflage (KA5), lfd. Nr. 7 oder 8	BBodSchV FBU
7	Bodenkundliche Kartieranleitung 5.Auflage (KA5)	Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten; Probenbeschreibung	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung	Ansprache im Gelände durch Fingerprobe - Hinweis *: Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht immer einsetzbar		a) alternatives Referenzverfahren b) Ja nach Fragestellung ist „KA5-kurz“ ausreichend	FBU FM-BA
8	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5, 2009 („KA5-kurz“)					a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA
9	DIN 19682-2 (04/1997)	Boden	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung		Veralteter Stand	a) Referenzverfahren b) DIN 19682-2 (11/2007)	BBodSchV FBU
10	DIN 19682-2 (11/2007)	Boden	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
11	E-DIN ISO 11277 (06/1994)	Boden	Best. Korngrößenverteilung		Veralteter Stand	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 11277 (08/2002)	BBodSchV FBU
12	DIN ISO 11277 (08/2002)	Boden	Best. Korngrößenverteilung			a) alternatives Referenzverfahren	FBU
13	DIN 19683-2 (04/1973)	Boden	Best. der Bodenart, Felduntersuchung		Zurückgezogene Norm	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 11277(08/2002)	BBodSchV FBU HBU
14	DIN 18123 (11/1996)	Boden	Best. Korngrößenverteilung		Veralteter Stand (Neu: 04/2011)	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU

II.2.5 Extraktions- und Aufschlussverfahren

Da bei Untersuchungen auf umweltrelevante Elemente in der Regel nicht der Gesamtgehalt von Interesse ist, sondern ihre maximal mögliche Freisetzung, ist für die Ermittlung von Elementgehalten in Abfällen in vielen Fällen die Bestimmung der mit Königswasser löslichen bzw. extrahierbaren Elementgehalte nach dem Referenzverfahren DIN EN 13657 ausreichend. Die Matrix wird dabei nicht vollständig gelöst. Die Validierungsringversuche zur DIN EN 13657 zeigen, dass die mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte – je nach Bindungsform der Elemente in der Matrix – etwa 50% bis 100% der Totalgehalte betragen. Niedrige Extraktionsausbeuten bei der Verwendung von Königswasser sind u. a. für die Elemente Al, Ba, Cr, Si, Ti dokumentiert.

Nur bei silikatischen Materialien, hochgeglühten Oxiden etc. kann zur Bestimmung von Totalgehalten der Elemente ein Totalaufschluss gem. DIN EN 13656 notwendig sein. Dazu wird ein Säuregemisch aus HF/HNO₃/HCl eingesetzt und ein Druckaufschluss in der Mikrowelle durchgeführt. Die Matrix wird dabei in der Regel vollständig in Lösung gebracht und bei der nachfolgenden Bestimmung erfasst. Allerdings erfordert die Verwendung von Flusssäure besondere Arbeitsschutzmaßnahmen.

Bei einigen im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung eingesetzten Standardreferenzmaterialien sind sowohl Totalgehalte als auch mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte zertifiziert.

Tab. II.2.5 Extraktions- und Aufschlussverfahren

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
1	Königswasserextrakt	DIN EN 13657 (01/2003)	Abfall, Boden	Mahlen <250 µm	A) Mikrowelle-Druckaufschluss B) Mikrowelle offenes Gefäß C) Thermisch offenes Gefäß <u>Hinweis:</u> Verfahren liefern insbesondere bei schwer aufschließbaren Verbindungen der Elemente differierende Ergebnisse (Aufschlussrate) - nur geschlossene Verfahren zulässig - Offene/halboffene Verfahren liefern Minderbefunde flüchtiger Analyten	a) alternatives Referenzverfahren	FM-BA FBU HBU
2	Königswasserextrakt	E DIN EN 13657 (10/1999)	Abfall, Boden	Mahlen <250 µm	Wurde ersetzt durch DIN EN 13657 (01/2003)	b) DIN EN 13657 (01/2003)	
3	Königswasserextrakt	DIN 38414-7 (01/1983)	Schlämme, Sedimente	Mahlen <100 µm	Wurde ersetzt durch DIN EN 13346 (04/2001)	b) DIN EN 13657 (01/2003)	HBU
4	Königswasserextrakt	DIN ISO 11466 (06/1997)	Boden	Mahlen <150 µm	Berücksichtigung des TOC-Gehaltes für die Säuremenge	a) Referenzverfahren b) DIN EN 13657 (01/2003)	BBodSchV HBU FM-BA
5	Königswasserextrakt	DIN EN 13346 (04/2001)	Schlämme	Mahlen	A) Offener Aufschluss B) Extraktion in Glasröhrchen (nicht empfehlenswert) C) Mikrowellendruckaufschluss D) Mikrowellenaufschl. Offen <u>Hinweis:</u> Verfahren liefern insbesondere bei schwer aufschließbaren Verbindungen der Elemente differierende Ergebnisse (Aufschlussrate)	b) bei Bodenmaterial DIN EN 13657 (01/2003)	
6	Salpetersäure-/ Wasserstoffperoxid-Aufschluss	DIN ISO 20279 (01/2006)	Boden		Aufschlussverfahren für TI-Best.	a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA HBU
7	Alkalischer Aufschluss	DIN EN 15192 (02/2007)	Abfall, Boden		Alkalischer Heißextrakt; CrVI-Best. mittels IC und photometr. Detektion (nach Säulenderivatisierung mit Diphenylcarbaid)	a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU

II.2.6 Elutionsverfahren

Bei Elutionsverfahren werden nur die eluierbaren Stoffanteile, auch auslaugbare Stoffanteile genannt, mit wässrigen Lösungen aus der Matrix herausgelöst. Die Konzentration der eluierbaren Stoffe hängt von den Versuchsbedingungen ab. Das Elutionsmittel, die Bindungsform, das Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis, der pH-Wert sowie die Versuchsdauer (Kontaktzeit), d. h. die Kinetik des Löseprozesses bestimmen die analysierbaren Konzentrationen im Eluat. Darüber hinaus können die angewendeten Phasenabtrennungsschritte erheblichen Einfluss auf die Konzentrationen haben.

In der Elution wird im Wesentlichen zwischen Schütteltests und Säulen- bzw. Perkolationsversuchen unterschieden.

Elutions-/Extraktionsverfahren

Um die relevanten Unterschiede zwischen den drei Elutions-/Extraktionsverfahren der BBodSchV und die damit zusammenhängende unterschiedliche Aussagefähigkeit deutlich zu machen, werden die wesentlichen charakteristischen Einzelschritte der drei Verfahren in der folgenden Übersicht gegenübergestellt.

Bodensättigungsextrakt (BSE)	Schütteltest DEV S4 (DIN 38414-4, DIN EN 12457- 4)	Ammoniumnitrat-Extrakt (DIN 19730)
250 g Boden (empfohlen)	100 g Boden	20 g Boden
Zugabe von aq. dest. unter ständigem Rühren bis zur Sättigung	1 Liter aq. dest.	50 ml 1M Ammoniumnitrat-Lösung
Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis abhängig von der Wasserkapazität der Probe (ca. 1: 0,4 bis 1:0,7)	Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis 1:10	Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis 1:2,5
Rühren	24 Stunden Schütteln	2 Stunden Schütteln
Zentrifugieren	Zentrifugieren	15 min. Absetzen
Membranfiltration	Membranfiltration	Membranfiltration

Der wesentliche Unterschied des Schütteltests nach „S4“ zum BSE ist, dass beim „S4-Verfahren“ ca. 15-25 mal so viel Wasser eingesetzt wird und die Suspension nicht gerührt, sondern 24 Stunden geschüttelt wird. Die dabei auftretende Gefügezerstörung ist beim „S4“ infolge des großen Wasserangebotes und des Schüttelns wahrscheinlich viel intensiver als beim BSE, so dass es trotz vielfacher Verdünnung insbesondere bei humusreichen/bindigen Bodenproben oft zu höheren Konzentrationen im Eluat kommt, als im BSE.

Der eigentliche Einsatzbereich des Ammoniumnitrat-Extraktes (AN) liegt in der Bewertung des Transfers von Nährstoffen und Schwermetallen vom Boden in die Pflanze. Im Gegensatz zum BSE und S4-Eluat wird bei der Ammoniumnitrat-Extraktion nicht mit reinem Wasser eluiert, sondern mit einer 8%-igen Salzlösung (1-molare Ammoniumnitrat-Lösung) extrahiert. Der pH-Wert einer 1-molaren Ammoniumnitrat-Lsg. beträgt ca. 4,6. Das im Vergleich zu wässrigen Eluaten saure Milieu begünstigt das Löseverhalten verschiedener Komponenten. Die Ionen dieser Salzlösung bewirken zudem durch Ionenaustausch eine teilweise Desorption der an den Bodenpartikeln adsorbierten Stoffe, so dass nicht nur das rein „Wasserlösliche“, sondern auch ein Teil des kurz- bis mittelfristig Mobilisierbaren in Lösung gebracht wird. Die hohe Elektrolytkonzentration der Suspension wirkt andererseits dispersionshemmend und setzt damit wahrscheinlich die Membranfiltergängigkeit von Kolloiden herab.

Tab.II.2.6 Elutionsverfahren

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
						b) Sollte ersetzt werden durch	
1	DIN 38414-4 (10/1984)	Schlamm, Sedimente	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis 1:10	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile vorgesehen	Norm sollte in Verbindung mit Anhang E der DIN EN 12457-4 angewendet werden	a) Referenzverfahren b) DIN EN 12457-4	BBodSchV HBU
2	DIN EN 12457-4 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen;	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis 1:10 Korngröße: < 10 mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	Norm sollte in Verbindung mit Anhang E Anwendung finden, um zu reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen	a) alternatives Referenzverfahren (für den Schüttelversuch DIN 38414-4)	FBU HBU FM-BA
3	DIN 19730 (06/1997)	Boden	Extraktion mit 1 M Ammoniumnitratlg.		Aktuellere Version: DIN ISO 19730 (07/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 19730 (07/2009)	BBodSchV HBU
4	DIN ISO 19730 (07/2009)	Boden	Extraktion mit 1 M Ammoniumnitratlg.			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA
5	DIN 19738 (07/2004)	Boden	Physiologienaher Elutionstest für Schwermetalle, hydrophobe Organica		Die Bestimmung der „Resorptionsverfügbarkeit“ kann im Rahmen der Detailuntersuchung von Bedeutung sein	a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA HBU

Tab.II.2.6 Elutionsverfahren - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
6	DIN 19527 (08/2012)	Abfälle Boden-, Altlastenmaterialien	Schütteltest Feststoff- /Flüssigkeitsverhältnis: 2:1 Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm		Nur zur Untersuchung der mobilen organischen Stoffanteile validiert (MKW C10-C22; C10-C40),PAK, PCB, Phenole	a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
7	DIN 19529 (01/2009)	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	Schütteltest Feststoff- /Flüssigkeitsverhältnis: 2:1 Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm		Nur zur Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	a) alternatives Referenzverfahren	FBU FMB-A HBU
8	DIN 19528 (01/2009)	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	Säulentest Aufwärtsstromverfahren Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm		Nur zur Untersuchung der PAK und mobilen anorganischen Stoffanteile validiert.	a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
9	BSE	Salze	s. Infobox II.2.6 „Elutions/Extraktionsverfahren“		In der Regel unpraktikabel für die Schadstoffuntersuchung von Boden- und Altlastenmaterialien	a) Reverenzverfahren b) DIN 19527 (08/2012) bzw. DIN 19528 (01/2009)	BBodSchV

II.3 Allgemeine Parameter

II.3.1 Allgemeine Parameter, Feststoffe

Tab. II.3.1 Allgemeine Parameter Feststoffe (pH-Wert, etc)

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
1	pH-Wert	DIN ISO 10390 (05/1997)	Bodenmaterial	A: H ₂ O/KCl= 1:5 H ₂ O/CaCl ₂ = 1:5 Suspension; Standzeit: 2-24h		Version 1997 wurde ersetzt durch Version 12/2005	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 10390 (12/2005)	BBodSchV HBU FM-BA
2	pH-Wert	DIN ISO 10390 (12/2005)	Bodenmaterial	B:H ₂ O/KCl= 1:5 H ₂ O/CaCl ₂ = 1: 5 Suspension Standzeit 1-3h			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
3	pH-Wert	DIN EN 15933 (12/2012)	Bioabfall, Bodenmaterial					
4	Leitfähigkeit	DIN EN 13038 (01/2012)	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	Vorsiebung 20 mm oder 40 mm Suspendierung und Filtrierung				

II.3.2 Allgemeine Parameter Eluate, Perkolate, Wässer

Tab.II.3.2 Allgemeine Parameter Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	pH-Wert	DIN 38404-5 (07/09)	3 - 10	Elektrometrisch (Glaselektrode)	I = 0,3 mol/kg T = 0 – 50 °C L = 20000 mS/m		b) DIN EN ISO 10523 (04/2012)	HBU
2	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (04/2012)	3 - 10	Elektrometrisch (Glaselektrode)	I = 0,3 mol/kg T = 0 – 50 °C L = 20000 mS/m		a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
3	El. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (11/93)	Wasser	Summe der ion. Be- standteile			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
4	Trübung	DIN EN ISO 7027 (04/00)	Wasser	Durchlichtmessung an zylindrischer Küvette	Störung durch ge- färbte Lösungen Alternative: Messung >800nm	FNU-Messung 0-40FNU) oder 40 bis 400 FAU	a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA HBU
5	Färbung	DIN EN ISO 7887 (04/12)	Wasser	Messung der Extinktion bei: 436 nm, 525 nm, 620 nm			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA HBU

Tab.II.3.2 Allgemeine Parameter Eluate, Perkolate, Wässer – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)
7	Sauerstoffgehalt	DIN EN 25814 (11/1992)	Alle Wässer	Elektrochem. Verfahren			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
8	Temperatur	DIN 38404-4 (1976)	Alle Wässer				a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
9	Geruch	DEV B 1/2 (1971)	Alle Wässer				a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
10	Redoxspannung	DIN 38404-6 (1984)	Alle Wässer	Elektrochem. Verfahren; Durchflussmesszelle			a) obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FM-BA

II.4 Physikalische Parameter, Feststoff

II.4 Physikalische Parameter, Feststoffe

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
1	Trockenrohdichte	E-DIN ISO 11272 (01/1994)	Bodenuntersuchung			Veraltete Norm	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 11272 (01/2001)	BBodSchV FBU HBU
2	Trockenrohdichte	DIN ISO 11272 (01/2001)	Bodenuntersuchung				a) alternatives Referenzverfahren	FBU, FM-BA HBU
3	Partikelgrößen-Verteilung	E-DIN ISO 11277 (06/1994)	Bodenuntersuchung	Pipettanalyse oder Aräometermethode			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 11277 (05/2002)	BBodSchV
4	Partikelgrößen-Verteilung	DIN 19683-2: 04.97	Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau	Pipettanalyse		zurückgezogen	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 11277 (05/2002)	BBodSchV
5	Partikelgrößen-Verteilung	DIN 18123: 11.96	Baugrund	Aräometermethode		Veraltete Norm	a) Referenzverfahren b) DIN 18123 (04/2011)	BBodSchV
7	Partikelgrößen-Verteilung	DIN ISO 11277 (08/2002)	Bodenuntersuchung	Pipettanalyse oder Aräometermethode			a) alternatives Referenzverfahren	FBU, FM-BA HBU
8	Korngrößen-Verteilung	DIN 18123 (04/2011)	Bodenuntersuchung	Aräometermethode			a) alternatives Referenzverfahren	FBU, FM-BA HBU

II. 5 Anorganische Analytik

II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe

In der Regel erfolgt die Bestimmung der konventionellen Gesamtgehalte der Elemente nach **Königswasserauszug**. Es sind dabei die gemäß Tab. II.2.5 aufgeführten Bemerkungen und Empfehlungen zu beachten.

Folgende Statusinformation ist bezüglich des **ICP-OES-Verfahrens der CEN/TS 16170** ist bei allen entsprechenden Elementen anzufügen:

Das auf Grund fehlender Validierungsdaten zunächst nur als Technische Spezifikation veröffentlichte Verfahren CEN/TS 16170 (07/2013) wurde 2013 im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in einem internationalen Validierungsringversuch erneut getestet. Auf Grund der nun vorliegenden guten Datenlage wird das Projekt 2014 wieder aufgenommen mit dem Ziel, kurzfristig eine Veröffentlichung als (validierte) Europäische Norm mit ansonsten marginalen Änderungen herbeizuführen.

Die Validierungsdaten liegen vor und können grundsätzlich zur Verfügung gestellt werden.

Erläuterung zur Statusinformation des **ICP-MS-Verfahren DIN EN ISO 17294-2** aus dem Jahr 2005. Die entsprechenden Elementbestimmungen mit dieser Norm sind dunkelgrau hinterlegt und mit dem Status ‚Referenzverfahren‘ versehen, obwohl dies formal eigentlich nicht möglich ist. Wegen des Erscheinens der Norm erst nach der BBodSchV wird die BBodSchV nicht als Regelwerk in der letzten Spalte zitiert. Der Status ‚Referenzverfahren‘ ergibt sich jedoch daraus, dass in Tabelle 4 und 6 des Anhang 1 der BBodSchV beim ICP-OES-Verfahren der Klammerzusatz „ICP-MS möglich“ eingefügt ist – dies wird durch die DIN EN ISO 17294-2 ausgefüllt.

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe

Lfd Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	Antimon	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,1 mg/l	3 mg/kg	ICP-MS-Verfahren favorisieren (17294-2)		a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen b) DIN EN ISO 22036(06/2009)	FBU HBU FM-BA
	Antimon	DIN ISO 22036 (06/2009)	, Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES		< 2 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Antimon	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Antimon	DIN EN ISO 20280 (05/2010)	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	AAS-GR/ AAS-Hydrid					a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Antimon	CEN/TS 16170 (07/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
2	Arsen	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,1 mg/l	1 mg/kg		Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV FBU FM-BA HBU
	Arsen	DIN EN ISO 20280 (05/2010)	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	AAS-GR/ AAS-Hydrid						FBU HBU FM-BA
	Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,001 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	HBU FM-BA
	Arsen	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES					a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Arsen	CEN/TS 16170 (07/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung:	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
3	Blei	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,2 mg/l	10 mg/kg		Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Blei	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Blei	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES	< 0,01 mg/l	< 1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Blei	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasserextrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)		ET-AAS: 0,15 mg/kg FL: 15 mg/kg		Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Blei	CEN/TS 16170 (07/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm			ICP-OES				a) siehe Seite 37	

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung:	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgränze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
4	Cadmium	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,002 mg/l	0,05 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Cadmium	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Cadmium	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasserextrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)		GR: < 0,1 mg/kg FL: 2 mg/kg		Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Kurzbe-schreibung	Anwen-dungsgren-ze der Norm	Anwen-dungsgren-ze im Feststoff	Leitungs-grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regel-werk/Regelung (zitiert in:)
5	Chrom	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-OES	0,01 mg/l	3 mg/kg		Veralteter Stand aktuell: (09/2009)	a) Referenz-verfahren b) DIN EN ISO 22036	BBodSchV, FBU HBU FM-BA
	Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-MS	0,005 mg/l	< 0,2 mg/kg			a) Referenz-verfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Chrom	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasser-extrakt	ICP-OES	0,005 mg/l	<0,2 mg/kg			a) alternatives Re-ferenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Chrom	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasser-extrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)				Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenz-verfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Chrom	CEN/TS 16170 (07/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm			ICP-OES				a) siehe Seite 37	

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materi- altyp	Proben- aufarbeitung	Kurzbe- schreibung	Anwen- dungsgre- nze der Norm	Anwen- dungsgre- nze im Feststoff	Leitungs- grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regel- werk/Regelung (zitiert in:)
6	Chrom (VI)	DIN 19734 (01/1999)	Boden	Extraktion mit Puffer- lösung	Photometrie	Feststoff- verfahren 0,2 mg/kg			Mangelnde Selekti- vität, hohe Matrix- abhängigkeit, ge- ringe Wiederfin- dungsrate. Liefert aufgrund dieser großen Störanfällig- keit z. T. falsche Ergebnisse.	a) Referenz- verfahren b) DIN EN 15192 (2/2007)	BBodSchV HBU
	Chrom (VI)	DIN EN 15192 (02/2007)	Abfall, Boden	Alkalischer Heißex- trakt für sechswerti- ges Chrom	Cr (VI) - Bestimmung mittels IC					a) alternatives Referenz- verfahren	FBU FM-BA

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leitungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
7	Cyanid, gesamt und Cyanid leicht freisetzbar	E-DIN ISO 11262 (06/1992)	Boden		Photometrie				Der Norm-Entwurf wurde zurückgezogen, da die Validierungsdaten für das leichtfreisetzbare Cyanid nicht akzeptabel sind. Bestimmung des Cyanid-Gesamtgehalts nach dieser Methode ist unbeanstandet.	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 17380 (05/2006)	BBodSchV FBU HBU
8	Cyanide, leicht freisetzbar	LAGA - Richtlinie CN 2/79 (12/1983)	Abfall				0,1 mg/kg TM	Mangelnde Differenzierung zu Cyanid-Gesamt	Problematisch in der Anwendung	a) Verfahren wurde zurückgezogen	
9	Cyanid, gesamt und Cyanid leicht freisetzbar	DIN ISO 17380 (05/2006)	Boden		Kontinuierliche Fließanalyse		1,0 mg/kg TM		Aktuellerer Stand (DIN ISO 17380 (10/2011))	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
10	Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262 (04/2012)	Boden		Photometrie		0,5 mg/kg TM				HBU FM-BA

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Kurzbe-schreibung	Anwen-dungsgre-nze der Norm	Anwen-dungsgre-nze im Feststoff	Leis-tungsgren-ze	Bemer-kung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regel-werk/Regelung (zitiert in:)
10	Kobalt	DIN ISO 11047 (05/2003)	Boden	Königswasser-extrakt:	AAS (ET-AAS und Flamme)					a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen b) DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	FBU FM-BA HBU
	Kobalt	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt:	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg				HBU FM-BA
	Kobalt	CEN/TS 16170 (07/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
	Kobalt	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt:	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Kobalt	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasser-extrakt:	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
11	Kupfer	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Veralteter Stand aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV FBU HBU
	Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Kupfer	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasserextrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)	GR: < 0,1 mg/kg FL: 3 mg/kg			Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	BBodSchV FBU FM-BA HBU
	Kupfer	DIN CEN/TS 16170 (02/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm			ICP-OES				a) siehe Seite 37	
	Kupfer	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt		ICP-OES	0,02 mg/l	1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Kurzbe-schreibung	Anwen-dungsgre-nze der Norm	Anwen-dungsgre-nze im Feststoff	Leis-tungs-grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regel-werk/Regelung (zitiert in:)
12	Molybdän	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-OES	0,03 mg/l	< 1 mg/kg			a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV, FBU HBU FM-BA
	Molybdän	DIN ISO 22036 (07/2009)	Abfall, Boden	Königswasser-extrakt	ICP-OES	<0,01 mg/l	<0,5 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
	Molybdän	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-MS	0,0003 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
13	Nickel	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-OES	0,02 mg/l	< 1 mg/kg			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV FBU HBU
	Nickel	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasser-extrakt	ICP-OES	0,01 mg/l	<0,5 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
	Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasser-extrakt	ICP-MS	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA HBU
	Nickel	DIN CEN/TS 16170 (02/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
	Nickel	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasser-extrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)				Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA
14	Queck-silber	DIN EN 1483, Absch.3 (08/1997)	Abfall	Königswasser-extrakt	Kaltdampf-AAS	0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg		BBodSchV zitiert veralten Stand von(08/1997)	a) Referenzverfahren b) DIN EN 1483, Absch.3 (07/2007)	BBodSchV, FM-BA, HBU
	Queck-silber	DIN EN 1483, Absch.3 (07/2007)	Abfall	Königswasser-extrakt	Kaltdampf-AAS	0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg		BBodSchV zitiert veralten Stand von(08/1997)	a) alternatives Referenzverfahren	FM-BA HBU

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
14	Quecksilber	DIN ISO 16772 (06/2005)	Boden	Königswasserextrakt	AAS-Kaltdampftechnik oder AFS					a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
	Quecksilber	DIN CEN/TS 16170 (02/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
15	Selen	DIN EN ISO 11885 (06/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,03 mg/l	< 1 mg/kg			a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen b) DIN ISO 22036 (06/2009)	FBU HBU FM-BA
	Selen	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,010 mg/l	< 1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Selen	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	Wasser	Königswasserextrakt	ET-AAS	0,015 mg/l	< 1 mg/kg				HBU FM-BA
	Selen	DIN CEN/TS 16170 (02/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
	Selen	DIN EN ISO 20280 (05/2010)	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	ET-AAS/ AAS-Hybrid					a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA
	Selen	DIN EN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES					a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Selen	DIN 38405 D23-2 (10/94)	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	AAS-Hybrid					a) Referenzverfahren	BBodSchV

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Aufschluss/Auszug)	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
16	Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Salpetersäuredruckaufschluss	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1mg/kg		Für TI-Analytik ist Salpetersäureaufschluss erforderlich	a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Thallium	DIN 38406 - E26 (07/1997)	Abfall	Salpetersäuredruckaufschluss	ET-AAS	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg		Halogenide müssen vor der AAS-Bestimmung entfernt werden		HBU
	Thallium	DIN CEN/TS 16170 (02/2013)	Bioabfall, Boden, Schlamm		ICP-OES					a) siehe Seite 37	
	Thallium	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Salpetersäuredruckaufschluss	ICP-OES	0,03 mg/l	< 1 mg/kg			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU
	Thallium	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Salpetersäuredruckaufschluss	ICP-OES	0,005 mg/l	<0,5 mg/kg		Mögliche Minderbefunde bei Königswasseraufschluss	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Thallium	DIN ISO 20279 (01/2006)	Boden	Salpetersäuredruckaufschluss	ET-AAS		0,05 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
17	Vanadium	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt:	ICP-MS	0,001 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Vanadium	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt:	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg			b) DIN ISO 22036 (06/2009)	FBU HBU
	Vanadium	DIN ISO 22036 (06/2009)	Boden	Königswasserextrakt:	ICP-OES	0,005 mg/l	<0,5 mg/kg			a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.1 Anorganische Analytik, Feststoffe - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Anwendungsgrenze im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
18	Wolfram	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment		ICP-MS					a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	HBU FM-BA
	Wolfram	DIN ISO 22036 (06/2006)	Boden		ICP-OES					a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	HBU FM-BA
19	Zink	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: 09/2009	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2006)	BBodSchV FBU HBU
	Zink	DIN ISO 22036 (06/2006)	Boden	Königswasserextrakt	ICP-OES	0,005 mg/l	0,5 mg/kg			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Zink	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	ICP-MS	0,003 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Zink	(E-) DIN ISO 11047 (06/1995) (05/2003)	Boden	Königswasserextrakt	AAS (ET-AAS und Flamme)				Veralteter Stand von 1995 ist aktuell: (05/2003)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2006)	BBodSchV HBU FBU FM-BA

II.5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer

Tab. II.5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	Antimon	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0002			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
	Antimon	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	ICP-OES	0,1	Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: 09/2009	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009) oder DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Antimon	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	AAS - Hydrid				a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
	Antimon	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA HBU
	Antimon	DIN EN ISO 20280 (05/2010)	AAS-Graphitrohr/ AAS-Hydrid			Bodenbeschaffensnorm		FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	Arsen	DIN EN ISO 20280 (05/2010)	ET-AAS/ AAS-Hydrid			Bodenbeschaffenheitsnorm ggf. anwendbar (Königswasserextrakt)		FM-BA
	Arsen	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	ICP-OES	0,1	Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	Veralteter Stand von 1998 ist aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU FM-BA
	Arsen	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	AAS- Hydridverfahren, Aufschluss mit H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂	0,001		Hohe Matrixabhängigkeit	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17294-2	BBodSchV HBU
	Arsen	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenz- verfahren	FBU FM-BA
	Arsen	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,001			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
3	Barium	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,01			a) wird vom FBU als Referenz- verfahren angesehen b) DIN ISO 22036 (06/2009)	FBU HBU
	Barium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP – MS	0,0005			a) alternatives Referenz- verfahren	FBU HBU
	Barium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenz- verfahren	FBU HBU

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
4	Blei	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Blei	DIN 38406-E 06-2 (07/1998)	ET-AAS	0,005			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009) bzw. DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	BBodSchV HBU
	Blei	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Blei	DIN EN ISO (04/1998) (09/2009)	ICP-OES	0,2	Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009) bzw. DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	BBodSchV, FBU HBU
	Blei	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA HBU
5	Bor	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Bor	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,01			b) DIN ISO 22036 (06/2009)	FBU HBU
	Bor	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,01			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU

Tab. I. 5.2 - Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	Cadmium	analog DIN EN ISO 5961 (05/1995), Abschnitt 3	ET-AAS	0,0003			a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	BBodSchV HBU
	Cadmium	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP – OES	0,01	Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU FM-BA
	Cadmium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Cadmium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP – MS	0,0005			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA FBU
	Cadmium	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
7	Chrom	DIN EN 1233, Abschnitt 3 (07/1996)	AAS - Flamme	0,5		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU
	Chrom	DIN ISO 22036 (06/2009)					a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Chrom	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP-OES	0,01		Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU FM-BA
	Chrom	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,01				
	Chrom	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Chrom	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP- MS	0,001			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU FM-BA
8	Chrom (VI)	DIN EN ISO 10304-3 (11/1997)	Ionenchromatographie	0,05 mg/l Chromat		Durch Elutionen/Perkolationen sind Minderbefunde möglich; für SW-/GW-Analytik einsetzbar		HBU
	Chrom (VI)	DIN 38405 - D24 (05/1997)	Photometrie	0,05	mangelnde Selektivität insbesondere bei gefärbten Eluaten, hohe Matrixabhängigkeit	Durch Elutionen/Perkolationen sind Minderbefunde möglich	a) Referenzverfahren; Sollte nicht mehr eingesetzt werden	BBodSchV HBU FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
9	Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403 (07/2002)	kontinuierliche Fliessanalyse	0,01		Wird gegenwärtig aktualisiert	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
	Cyanide, leicht freisetzbar	DIN 38405-13 (02/1981)	Photometrie	0,01	Leistungsschwaches Verfahren	Veralteter Stand Aktuelle Version: DIN 38414 (04/2011)	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
	Cyanid	E-DIN EN ISO 17380 (10/2011)	Kontinuierliche Fließanalyse					FM-BA
	Cyanid, gesamt, leicht freisetzbar	ISO 17380 F-DIS (03/2013)	Kontinuierliche Fließanalyse					FM-BA
10	Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (10/2009)	Ionenchromatographie	0,1		Störung durch organische Säuren	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
	Fluorid	DIN 38405 - D4 -1 (07/1985)	Direkte Bestimmung mit Ionen-selektiver Elektrode	0,2		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
11	Kobalt	DIN 38406 - E 24 - 2 (03/1993)	AAS - Graphitrohr	0,005			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU
	Kobalt	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP-OES	0,01			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	FBU BBodSchV HBU FM-BA
	Kobalt	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	HBU FM-BA
	Kobalt	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Kobalt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	0,01			a) alternative Referenzverfahren	FBU HBU

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
12	Kupfer	DIN 38406-E7 -1 (09/1991)	AAS - Flamme	0,1			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU
	Kupfer	DIN 38406-E7-2 (09/1991)	AAS - Graphitrohr	0,002			a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	BBodSchV HBU
	Kupfer	DIN EN ISO 11885 (04/98)	ICP-OES	0,01		Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/09)	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Kupfer	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Kupfer	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,001			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA HBU
	Kupfer	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
13	Molybdän	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,03			a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU FM-BA
	Molybdän	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Molybdän	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,0003			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA HBU
14	Nickel	DIN 38406-E11 -1 (09/1991)	AAS - Flamme	0,2			b) Referenzverfahren DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU
	Nickel	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP-OES	0,002		Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	BBodSchV HBU FM-BA
	Nickel	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Nickel	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS				a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU FM-BA HBU
	Nickel	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
15	Quecksilber	DIN EN 1483, Absch.5 (08/1997)	Kaltdampf-AAS NaBH ₄	0,0001			a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
	Quecksilber	DIN EN 1483, Absch.5 (07/2007)	Kaltdampf-AAS NaBH ₄ oder SnCl ₂	0,0001			b) alternatives Referenzverfahren	HBU FM-BA
	Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (08/2012)	Kaltdampf-AAS SnCl ₂			Ersetzt DIN EN 1483 und DIN EN 12338	b) alternatives Referenzverfahren	
	Quecksilber	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/05)	ICP-MS			Ungeeignet zur Hg-Best.		
	Quecksilber	DIN EN ISO 13506 (4/02)	Atomfluoreszenzverfahren (AFS)	0,00001		Wurde ersetzt durch DIN EN ISO 17852 (07/07)		
	Quecksilber	DIN ISO 16772 (04/2008)	Hydrid-AFS-Verfahren			Bodenbeschaffenheitsnorm		HBU FM-BA
	Quecksilber	DIN EN ISO 17852 (04/2008)	Atomfluoreszenzverfahren (AFS)	0,00001		Neues Aufschluss-/ Konservierungsverfahren	a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA
16	Selen	DIN EN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Selen	DIN EN ISO 11885 (09/09)	ICP-OES	0,1	Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 22036 (06/2009) bzw. DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	BBodSchV HBU FM-BA
	Selen	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,001			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	HBU FM-BA

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
17	Thallium	DIN EN ISO 11885 (04/1998) (09/2009)	ICP-OES		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005) bzw. DIN EN ISO 22036 (07/09)	BBodSchV HBU FM-BA
	Thallium	DIN EN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Thallium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	FBU HBU

Tab. II. 5.2 Anorganische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm [mg/L]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
18	Vanadium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	0,005			a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU HBU
	Vanadium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,0001			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
	Vanadium	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
19	Wolfram	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
	Wolfram	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/05)	ICP-MS				a) optionaler Parameter gemäß FM-BA	FM-BA
20	Zink	DIN 38406 – E8 -1 (10/83)	AAS-Flamme mit Luft/ Acetylen	0,05		Neue Norm von 10/2004	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/09)	BBodSchV HBU
	Zink	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	ET-AAS				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Zink	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP-OES	0,01		Veralteter Stand der DIN EN ISO 11885 aktuell: (09/2009)	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 22036 (06/09)	BBodSchV HBU FM-BA
	Zink	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP-MS	0,001			a) Referenzverfahren (siehe S. 37)	HBU FM-BA
	Zink	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU

II. 6 Organische Analytik

II.6.1 Organische Analytik, Feststoff

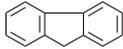
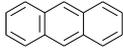
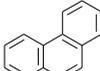
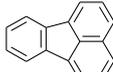
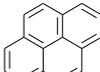
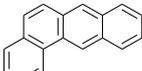
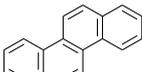
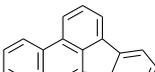
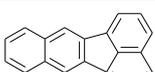
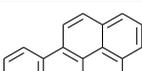
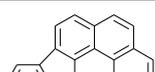
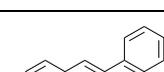
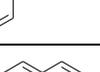
Tab.2.6.1.1: PCB-Congener (6 Indikator-Verbindungen plus 1)

Abkürzung	Verbindung	Strukturformel
PCB 28	2,4,4'-Trichlorbiphenyl	
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	
PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	
PCB 118	2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl	
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	

PAK- Einzelstoffe

Untersuchungen auf 16 EPA PAK beinhalten auch die Bestimmung des „BaP“ (Benzo(a)pyren), das zur Stoffgruppe der 16 EPA-PAK zählt (siehe Tab. 2.6.1.2)

Tab.2.6.1.2: Summen- und Strukturformeln der 16-EPA PAK

Verbindung	Summenformel	Strukturformel
Naphthalin	$C_{10}H_8$	
Fluoren	$C_{13}H_{10}$	
Acenaphthylen	$C_{12}H_8$	
Acenaphthen	$C_{12}H_{10}$	
Anthracen	$C_{14}H_{10}$	
Phenanthren	$C_{14}H_{10}$	
Fluoranthen	$C_{16}H_{10}$	
Pyren	$C_{16}H_{10}$	
Benzo(a)anthracen	$C_{18}H_{12}$	
Chrysen	$C_{18}H_{12}$	
Benzo(b)fluoranthen	$C_{20}H_{12}$	
Benzo(k)fluoranthen	$C_{20}H_{12}$	
Benzo(a)pyren	$C_{20}H_{12}$	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	$C_{22}H_{12}$	
Dibenz(a,h)anthracen	$C_{22}H_{14}$	
Benzo(ghi)perylene	$C_{22}H_{12}$	

Phenole (Phenolkörper)

Unter Phenole werden die im Folgenden gelisteten phenolischen Verbindungen verstanden:

- Phenol
- 2-Methylphenol; 3-Methylphenol; 4-Methylphenol
- 2,3-Dimethylphenol; 2,4-Dimethylphenol; 2,5-Dimethylphenol; 2,6-Dimethylphenol;
3,4-Dimethylphenol; 3,5-Dimethylphenol
- 2,3,5-Trimethylphenol; 2,3,6-Trimethylphenol; 2,4,6-Trimethylphenol;
3,4,5-Trimethylphenol

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufbereitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	BTEX	DIN ISO 22155 (07/2006) Aktuell: DIN EN ISO 22155 (05/2013)	Altlasten-/ Bodenmaterial	Extraktion unbehandelte r feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja	Statische Headspace GC-FID	Boden: für flüchtige aromatische KW liegt die BG mit GC-FID bei 0,2 mg/kg; für aliphatische Ether liegt die BG bei 0,5 mg/kg mit GC-FID	Ungeeignet für die Abfalluntersuchung; Störung der HS-GC durch lipophilen Substanzen;	Überschichtung der Probe vor Ort. Kann nur bei feinkörnigem Feststoff angewandt werden. Material darf nicht zerkleinert / homogenisiert werden. Bei grobstückigem Material an den Einzelfall anpassen.	a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU HBU FM-BA

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Proben-aufar-beitung	Vali-die-rung	Kurzbe-schreibung zur Methode	Anwendungs-grenze	Leistungs-grenze	Bemerkung	a) Status / b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	Chlorphenole	DIN ISO 14154 (06/1998) (12/2005)	Boden	Extraktion mittels Aceton/Hexan und Ultraschall; Derivatisierung durch Acetylierung	ja	GC-ECD	0,01 bis 0,05 mg/kg je Chlorphenol		GC-MS anwendbar	a) Referenzverfahren	FBU BBodSchV HBU
3	Chlorpestizide (OCP)	DIN ISO 10382 (02/1998) (05/2003)	Boden	Extraktion mittels Aceton/Petrolether und Schüttelextraktion	ja	GC-ECD	0,1 bis 4 µg/kg; substanzabhängig		Norm-Entwurf (E- DIN ISO 10382) ist in BBodSchV zitiert. GC-MS anwendbar; Geeignete interne Standards sollten eingesetzt werden. Hohe MKW-Gehalte können GC-MS Detek-tion stören.	a) Referenzverfahren	FBU BBodSchV HBU

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status / b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
4	LHKW	DIN ISO 22155 (07/2006) (Aktuell: DIN EN ISO 22155 (05/2013))	Alllasten-/Bodenmaterial	Extraktion unbehandelter feldfrischer Boden mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja	Statische Headspace GC-ECD	Boden: BG: 0,01 – 0,2 mg/kg TM mit GC-ECD		Überschichtung der Probe vor Ort. Material darf nicht zerkleinert / homogenisiert werden. Bei grobstückigem Material an den Einzelfall anpassen. Für Proben, die mit lipophilen Substanzen belastet sind, ist dieses Bestimmungsverfahren ungeeignet.	a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU HBU FM-BA

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
5	MKW	DIN ISO 16703 (12/2005)	Boden-/Altlastenmaterial	Extraktion von originalfeuchtem Boden mit Aceton/n-Heptan durch Schütteln/Ultraschall	ja	GC-FID	Boden: Anwendungsbereich 100 –10.000 mg/kg TM, kann für niedrigere Nachweisgrenzen angepasst werden		Wenn Bodenproben nach dieser Norm analysiert werden, können die Untersuchungsergebnisse für die Beurteilung im Abfallbereich für die Entsorgung herangezogen werden. Die Norm ist nicht geeignet für Bewertungen bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch, da dazu aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe in verschiedenen Fraktionen getrennt bewertet werden.	a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU FM-BA HBU
	MKW	LAGA KW/04 (2009)	Boden-/ Altlastenmaterial	Extraktion von originalfeuchtem Boden mit Aceton/n-Heptan durch Schütteln/Ultraschall	ja	GC-FID			Toolbox Zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen von C ₁₀ bis C ₂₂ ,; C ₂₃ bis C ₃₂ , C ₁₀ bis C ₄₀ , sowie PAK und BTEX (zur weiteren Eignung siehe		FM-BA

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	PAK	DIN ISO 18287 (05/2006)	Boden-/Altlastenmaterial	Extraktion mit Aceton/Wasser/Kochsalz/ Petrolether, Schütteln	ja	GC-MS-	0,01 mg/kg TM pro PAK	Keine Abtrennung von MKW beschrieben, daher Störung bei höheren MKW-Konzentrationen möglich	Extraktion: Variante A: Originalsubstanz - Aceton, Schütteln und Zugabe Petrolether Variante B: Originalsubstanz - Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/Schütteln.	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	PAK	E-DIN ISO 13877 (06/1995)	Boden-/Altlastenmaterial	Extraktionsvarianten: 1. Toluol Soxhletextraktion für hochbelastete Böden; 2. Aceton/Petrolether für gering belastete Böden	ja	HPLC - UV/FLD	Boden: Untere Anwendungsgrenze 0,01 – 0,1 mg/kg je nach PAK-Einzelverbindung und Detektion (UV- und Fluoreszenz-)	Fluoreszenzdetektor ungeeignet für belastete Proben; In Abhängigkeit des Kontaminationsgrades zwei verschiedene Probenvorbereitungsverfahren. Die Extrakteinigung mit Aluminiumoxid führt zu quantitativen Verlusten der PAK.	Veralteter Norm-Entwurf	a) Referenzverfahren b) DIN ISO18287 (05/2006)	BBodSchV HBU FM-BA
	PAK	DIN ISO 13877 (01/2000)	Boden-/Altlastenmaterial	Extraktionsvarianten: 1. Toluol Soxhletextraktion für hochbelastete Böden; 2. Aceton/Petrolether für gering belastete Böden	ja	HPLC - UV/FLD	Boden: Untere Anwendungsgrenze 0,01 – 0,1 mg/kg je nach PAK-Einzelverbindung und Detektion (UV- und Fluoreszenz-)	Fluoreszenzdetektor ungeeignet für belastete Proben; In Abhängigkeit des Kontaminationsgrades zwei verschiedene Probenvorbereitungsverfahren. Die Extrakteinigung mit Aluminiumoxid führt zu quantitativen Verlusten der PAK.	Verabschiedete Norm	a) alternatives Referenzverfahren b) DIN ISO18287 (05/2006)	FBU HBU

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	PAK	LUA Merkblatt Nr. 1 (1994)	Boden-/ Altlastenmaterialien	Zwei Extraktionsvarianten: 1. Tetrahydrofuran/ Ultraschall; 2. Toluol / Soxlet	nein	HPLC-FLD; GC-MS	Boden: UAG: 0,05 mg/kg TM je PAK-Einzelverbindung in Abhängigkeit von der Matrix		Extraktion: Toluol / Soxhlet. HPLC: Fluoreszenzdetektor ungeeignet für belastete Proben;	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 18287 (05/2006)	BBodSchV HBU
	PAK	VD LUFA-Methodenhandbuch Bd. VII 3.3.3.1 (1996)	Klärschlamm/Boden/ Komposte	Extraktion: Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/Schütteln	ja	HPLC-UV; GC-MS; GC-FID	keine Angaben		Keine Validierung für hochbelastete Feststoffe Aus dem selben Extrakt ist die Bestimmung der PCB möglich	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 18287 (05/2006)	BBodSchV HBU
	PAK	Handbuch Altlasten, Bd. 7, Teil1 HLFU (Stand: 1998)	Boden-/Altlastenmaterialien	Extraktion: Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/ Schütteln	ja	HPLC-UV/FLD; GC-MS	Boden: Untere Anwendungsgrenze: 0,1 mg/kg TR für Einzelverbindungen		Feldfrische Proben ohne vorherige Trocknung, um Verluste an leichtflüchtigen PAK zu vermeiden. Aus dem selben Extrakt ist Bestimmung der MKW möglich	a) Referenzverfahren b) DIN ISO 18287 (05/2006)	BBodSchV HBU

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Material- typ	Proben- aufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungs- grenze	Leistungs- grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
6	PAK	DIN ISO 18287 (05/2006)	Klärschlamm und Sediment	Extraktion mit Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/ Schütteln	ja	GC-MS	0,01 mg/kg TM pro PAK	Keine Abtren- nung von MKW beschrieben, daher Störung bei höheren MKW- Konzentrationen möglich	Extraktion: Variante A: Original- substanz - Aceton, Schütteln. Variante B: Original- substanz - Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/Schütteln	a) alternati- ves Referenz- verfahren	FBU HBU FM-BA
	PAK	DIN 38414- 21 (02/1996)	Klärschlamm/ Sediment	Gefriertrocknung und Soxletextraktion mit Cyclohexan oder Hexan	ja, aber für Klärschlamm und Sedi- ment	Bestimmung von 6 PAK mittels HPLC-FLD	0,1 mg/kg TM für Einzelverbin- dungen		Es werden aus- schließlich die 6 Ein- zelverbindungen gem. TrinkwV (alt) bestimmt. Nicht an- wendbar für die Un- tersuchung der 16 EPA PAK. Verfahren nicht anwendbar auf belastete Proben.	b) DIN ISO 18287 (05/2006)	
	PAK	DIN 38414- 23 (02/2002)	Klärschlamm und Sediment	Zwei Extraktionsva- rianten 1. Originalprobe – Aceton, Wasser, Petrolether/ Schüt- teln 2. Gefriergetrockne- te Probe - Tetrahydrofu- ran/Ultraschallbad	ja	Bestimmung von 15 PAK durch HPLC-FLD Hinweis: Die Bestimmung von Acenaphthen ist mit diesem Detektor nicht möglich	0,05 mg/kg TM für Einzelver- bindungen		Extraktion 2 (siehe Probenaufarbeitung) kann zu Verlusten leichtflüchtiger PAK führen	b) DIN ISO 18287 (05/2006)	FM-BA

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materi- altyp	Probenauf- arbeitung	Vali- dier- ung	Kurzbeschrei- bung zur Methode	Anwen- dungsgrenze	Leis- tungs- grenze	Bemerkung	a) Status / b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in:)
6	PAK	DIN CEN/TS 16181 (12/2013)	Boden/Abfall/Schlamm	1. Aceton/ Petrolether und Schütteln 2. Toluol und Soxhlet oder PLE 3. Aceton/ Petrolether, NaCl, Wasser und Schütteln	-	GC-MS oder HPLC-UV/FLD	0,01 mg/kg				
7	DDT	DIN ISO 10382 (05/2003)	Boden/ Sediment	Extraktion mit Aceton/Petrol- ether und Schüttelex- traktion	ja	GC-ECD	0,1 bis 4 µg/kg; sub- stanzabhängig		GC-MS anwendbar; Geeignete interne Standards sollten eingesetzt werden. Hohe MKW-Gehalte können bei GC-MS Detektion stören	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
8	2,6- Dinitrotoluol	DIN ISO 11916-1 (im Druck, 2014)	Altlasten- material	Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ultraschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE	ja	HPLC-UV	0,1 bis 1 mg/kg; sub- stanzabhängig			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA
9	2,4- Dinitrotoluol	DIN ISO 11916-1 (im Druck, 2014)	Altlasten- material	Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ultraschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE	ja	HPLC-UV	0,1 bis 1 mg/kg; sub- stanzabhängig			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenauf- arbeitung	Validierung	Kurz- beschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungs- grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in:)
10	2,6- Dinitrotoluol	DIN ISO 11916-2 (09/2014)	Altlasten- material	Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ultraschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE und Umlösen in Toluol	ja	GC-MS oder GC-ECD				a) alternatives Referenzverfahren	FBU
11	2,4- Dinitrotoluol	DIN ISO 11916-2 (09/2014)	Altlastenmaterial	Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ultraschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE und Umlösen in Toluol	ja	GC-MS oder GC-ECD				a) alternatives Referenzverfahren	FBU
12	Organozinn- verbindungen	DIN EN ISO 23161 (10/2011)	Boden/Schlamm/Abfall	1. Eisessig, Methanol, Wasser und Ultraschall; Derivatisierung 2. Methanolische KOH, Hexan und Ultraschall oder Erhitzen; Derivatisierung	ja, Sedimente Boden	GC-AED/GC- MS/GC-FPD ICP-MS	10 µg/kg Einzelver- bindung			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status / b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
13	PCB	DIN 38414 -20 (01/ 96)	Klärschlamm/ Sedimente	Soxhlet-Extraktion mit Pentan oder Hexan	ja	GC-ECD	0,05-0,001 mg/kg TM pro Einzelkomponente		PCB (Summe der 6 PCB-Kongenere Nr. 28, 52, 101,,138, 153, 180) plus PCB 118 analysieren, auswerten und beim Gesamtgehalt berücksichtigen Validiert nur für KS	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	PCB	DIN EN 16167 (11/2012)	Boden/ Abfall/Schlamm	1. Aceton/ Petrol-ether und Schütteln 2. Petrolether und Soxhlet oder PLE 3. Aceton/ Petrol-ether, NaCl, Wasser und Schütteln	ja, Schlamm und Kompost	GC-MS GC-ECD	1 µg/kg				
	PCB/HCB/ DDT/Aldrin	DIN ISO 10382 (05/2003)	Boden/ Sediment	Extraktion mit Aceton/Petrolether und Schüttelextraktion	ja	GC-ECD	0,1 bis 4 µg/kg; substanzabhängig		GC-MS anwendbar; geeignete interne Standards sollten eingesetzt werden. Hohe MKW-Gehalte können GC-MS Detektion stören.	a) alternatives Referenzverfahren	FBU
	PCB	DIN EN 15308 (05/2008)	Abfall	Aceton/ hexanähnliches Lösungsmittel und Schütteln, Ultraschall oder Soxhlet	ja	GC-MS oder GC-ECD	0,01 mg/kg		Bei hohem MKW-Gehalt GC-ECD bevorzugen		FM-BA HBU
15	PCDD/F dl-PCB	DIN 38414-24 (2000-10)	Klärschlamm/ Sedimente	Gefriertrocknung, Mahlen, Soxhletextraktion mit Toluol	ja	GC-HR-MS	1 - 10 ng/kg TM je Einzelkomponente		Sollte das Verfahren Anhang 1, Nr. 1.3.3.2 AbfKlärV ersetzen	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU FM-BA HBU

Tab. II.6.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materi- altyp	Proben- aufar- beitung	Validie- rung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwen- dungsgre- nze	Leis- tungs- gren- ze	Bemerkung	a) Status b) Sollte er- setzt wer- den durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in:)
16	HCH, HCB, PCB, DDT, Aldrin	DIN ISO 10382 (05/2003)	Boden/ Sediment	Extraktion mit Ace- ton/Petrolether und Schüttelextraktion	ja	GC-ECD	0,1 bis 4 µg/kg; substanz- abhängig		GC-MS anwend- bar; geeignete interne Standards sollten eingesetzt werden. Hohe MKW-Gehalte können GC-MS Detektion stören.	a) alternatives Referenz- verfahren	FBU HBU FM-BA
17	PCP	DIN ISO 14154 (12/2005)	Bo- den/Abfall/ Sediment	Extraktion mit Ace- ton/Hexan	ja	GC-ECD	0,01 bis 0,05 mg/kg je Chlor- phenol		GC-MS anwendbar	a) alternatives Referenz- verfahren	FBU FM-BA
18	PFOA/PFOS	DIN 38414- 14 (08/2011)	Schlamm/Sedi- mente/ Kompost/Boden	Extraktion mit Methanol und Ultraschall	ja	HPLC-MS/MS	10 µg/kg TM		Bestimmt werden die beiden Einzel- verbindungen PFOS und PFOA	a) alternatives Referenz- verfahren	FBU HBU
19	STV	DIN ISO 11916-1 (09/2014)		Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ult- raschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE	ja	HPLC-UV					FM-BA
	STV	DIN ISO 11916-2 (09/2014)		Extraktion mit Acetonitril oder Methanol und Ult- raschall, Schütteln, Soxhlet oder PLE und Umlösen in Toluol	ja	GC-MS oder GC- ECD					FM-BA

II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialeityp	Proben- auf- arbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwen- dungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in:)
1	BTEX	DIN 38407-9 (05/1991)	Sickerwasser/Grundwasser Eluate/Perkolate	Flüssig/ flüssig- Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether oder Headspace	Ungeeignet für Untersuchung aus Eluaten/Perko- laten; geeignet zur SW-/GW- Analytik	GC-FID	5 µg/L	Die Herstellung von Eluaten für die anschl. Best. von BTEX ist auf- grund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) unge- eignet. Es gibt kein Ver- fahren für die Herstel- lung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstel- lung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider	GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenz- verfahren	BBodSchV HBU FM-BA
	BTEX	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Sickerwasser/Grundwasser Eluate/Perkolate	Purge und Trap- Anreiche- rung und thermischer Desorption oder Flüssig/flüssig- Extraktion	Ungeeignet für Untersuchung aus Eluaten/Perko- laten; geeignet zur SW-/GW- Analytik	GC-MS, GC-PID	10 ng/L, substanzab- hängig	20 µg/L	Die Herstellung von Eluaten für die anschl. Best. von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX- Best. Die Herstellung des Eluates läuft der Elutionsnorm zuwider	a) alternatives Referenz- verfahren	FBU FM-BA
1	BTEX	DIN 38407-41 (09/2011)	Sickerwasser/Grundwasser Eluate/Perkolate	Festpha- senmikro- extraktion (SPME)	ja	GC-MS	0,01 µg/L	Die Herstellung von Eluaten für die anschl. Best. von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX- Best. Die Herstellung des Eluates läuft der Elutionsnorm zuwider			

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	LHKW	DIN EN ISO 10301 (08/1997)	Sickerwasser/Grundwasser Eluate/Perkolate	Flüssig / flüssig-Extraktion mit Pentan	Ja: SW,GW Nein: Eluate/Perkolate	GC-ECD	0,01 bis 200 µg/L substanzabhängig	Ungeeignet für Untersuchung aus Eluaten/Perkolaten; geeignet zur SW-/GW-Analytik	Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von LHKW ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur LHKW-Bestimmung. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider. GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenzverfahren	BBodSchV FM-BA
	LHKW	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Sickerwasser	Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	Ja	GC-MS oder GC-ECD	10 ng/L (substanzabhängig)			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
3	MKW	ISO/TR 11046 (1994)	Wasser	nicht definiert		Soil quality: Determination of mineral oil content -method infrared spectrometry and gas chromatographic method	Boden: IR > 20 mg/kg GC > 100 mg/kg		FCKW-Verbot, Extraktion mit 1,1,2-Trichlortrifluorethan. Nicht für Wasser geeignet.	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 9377-2(07/2001)	BBodSchV HBU
	MKW	DIN EN ISO 9377-2 (07/2001)	Wasser	Flüssig/flüssig-Extraktion mittels Petrol-ether (bp:36-69 °C)	Ja	KW-Index; GC-FID Integration C10-C40	0,1 mg/L			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
4	PAK	DIN EN ISO 17993 (03/2004)	Sickerwasser	Flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan	ja	Bestimmung von 15 PAK HPLC-FLD	Grundwasser > 5 ng/L Oberflächenwasser > 10 ng/L		Aufgrund von Matrixinterferenzen HPLC mit Fluoreszenzdetektion nur eingeschränkt geeignet	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
	PAK	DIN 38407-8 (10/1995)	Sickerwasser	Flüssig/flüssig Extraktion des Eluates mit Cyclohexan	nein	Bestimmung von 6 PAK (TVO) HPLC-FLD	Wasser: > 5 ng/L je Einzelverbindung		Es werden ausschließlich die 6 Einzelverbindungen gem. TrinkwV (alt) bestimmt. Nicht anwendbar für die Untersuchung der 16 EPA PAK.	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 17993 (2004-03)	BBodSchV HBU FM-BA
	PAK	DIN 38407-39 (09/2011)	Wasser/ Abwasser/Eluate	Hexan/Petrolether und Rühren oder Schütteln	ja	GC-MS	0,01 bis 0,1 µg/L, substanzabhängig				HBU FM-BA
	PAK	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Wasser	Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	ja	GC-MS oder GC-ECD	10 ng/L (substanzabhängig)		nur für Naphthalin		

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
5	PCB	DIN 51527-1 (05/1987)	Mineralölerzeugnisse		nein				Keine weitere Präzisierung für die weitergehende Eluataufbereitung; Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	a) Referenzverfahren b) DIN 38407-3 (07/1998)	BBodSchV HBU
	PCB	DIN 38407-3 (07/1998)		Flüssig/flüssig-Extraktion des Eluates mit n-Hexan	nein	GC-ECD oder GC-MS	keine Angabe		a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	a) Referenzverfahren	BBodSchV FM-BA HBU
	SHKW (PCB/HCB)	DIN 38407-2 (02/1993)	Sickerwasser	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Pentan, Hexan oder Heptan	Ja, Trinkw./Oberflw./Abw.	GC-ECD	1 bis 10 ng/L, substanzabhängig		GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenzverfahren	BBodSchV FM-BA HBU

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung –

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung	Anwendungsgrenze der Norm	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	Chlorphenole/PCP	DIN EN 12673 (07/1999)	Perkolat/SW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Toluol	Nicht für Eluat-/Perkolatuntersuchungen validiert; SW-/GW-Untersuchungen geeignet	GC-ECD oder GC-MS	0,0001 mg/l bis 1 mg/L	Störungen durch oberflächenaktive Stoffe, Emulgatoren, polare Lösungsmittel und andere phenolische Verbindungen		a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
7	Chlorbenzole	DIN EN ISO 6468 (02/1997)	Perkolat/SW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Hexan, Petrol-ether oder Heptan	Nicht für Eluat-/Perkolatuntersuchungen validiert; SW-/GW-Untersuchungen geeignet	GC-ECD, (Cl ₃ -Cl ₆)	1 - 10 ng/L		GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
	Chlorbenzole	DIN 38407-2 (02/1993)	Wasser	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Pentan, Hexan oder Heptan	Nicht für Eluat-/Perkolatuntersuchungen validiert; SW-/GW-Untersuchungen geeignet	GC-ECD, (Cl ₃ -Cl ₆)			GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU FM-BA
	Chlorbenzole	DIN EN ISO 10301 (08/97)	Perkolat/SW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Pentan	Nicht für Eluat-/Perkolatuntersuchungen validiert; SW-/GW-Untersuchungen geeignet	GC-ECD (Cl ₁ -Cl ₃)	0,01 bis 200 µg/LI, substanzabhängig		GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materiale typ	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
8	Phenole	DIN EN ISO 8165-2 (07/1999)		Flüssig-flüssig-Extraktion mit Diethylether und Derivatisierung (Acetylierung)	ja	GC-ECD oder GC-FID	0,1 µg/L - 1 mg/l		1. 2 GC-Säulen unterschiedlicher Polarität 2. GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) alternatives Referenzverfahren	HBU FBU FM-BA
	Phenole	ISO/DIS 8165-2 (01/1997)		Flüssig-flüssig-Extraktion mit Diethylether und Derivatisierung (Acetylierung)	nein	GC-ECD oder GC-FID	0,1 µg/L - 1 mg/l		1. 2 GC-Säulen unterschiedlicher Polarität 2. GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenzverfahren b) DIN EN ISO 8165-2 (07/1999)	BBodSchV HBU
	Phenole	DIN 38407-27 (10/2012)	GW/SW/ Eluat/Perkolat/	Extraktion mit in-situ-Derivatisierung (Acetylierung)	ja	GC-MS	0,1 µg/L je Einzelverbindung	Oberflächenaktive Stoffe, Emulgatoren, höhere Konzentrationen polarer Lösungsmittel und suspendierte Stoffe stören. Störungen durch zweite flüssige Phase (MKW, CKW, Fette)	Parameterumfang der Einzelverbindungen in speziellen Einzelfällen, wie z.B. teerhaltiges Bodenmaterial nicht ausreichend	a) alternatives Referenzverfahren	FBU
9	Phenolindex	DIN 38409-16 (06/84)	Pperkolat/Eluat	Photometrisches Verfahren ohne und mit Destillation	nein	Photometrie	Niedrig belastete Wässer bis 150µg/L (H16-2) Mäßig belastete Wässer bis 10 mg/L (H16-3)	Anwendungsbereich nicht für Eluate/Perkolate, da auf Trinkwasseranalytik ausgelegtes Verfahren (H16-1) Mangelnde Selektivität der Verfahren; bedingt durch zugrundeliegende Kupplungsreaktion	Methode aufgrund großer Leistungsschwächen nicht mehr anwenden	b) Die Bestimmung des unspezifischen Phenolindex sollte durch die Bestimmung der Einzelverbindungen gemäß DIN 38407-27 (10/2012) ersetzt werden	

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
10	Nonylphenol	DIN EN ISO 18857-1 (02/2007)	GW/Oberflächen- / Abwasser	Flüssig-flüssigl-Extraktion mittels Toluol;	Ja, TW/GW, Obflw.	GC-MS	Obflächenwasser 0,02 - 0,2 µg/L Abwasser 0,1 - 50 µg/L			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
11	Chlorphenole	DIN EN 12673 (05/1999)	Wasser	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Toluol	Nicht für Eluat-/Perkolatuntersuchungen validiert; SW-/GW-Untersuchungen geeignet	GC-ECD oder GC-MS	0,0001 - 1 mg/L			a) alternatives Referenzverfahren	FBU FM-BA

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
12	Tri & Per	DIN EN ISO 10301 (08/1997)	SW-/GW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Pentan	ja, TW/Abw.	GC-ECD	0,01 bis 200 µg/L, substanzabhängig		GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU
13	Tri & Per	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Sickerwasser	Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	Ja, TW/ObfIW	GC-MS oder GC-ECD	10 ng/L (substanzabhängig)			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
14	Vinylchlorid	DIN 38407-41 (04/2011)	Wasser	Festphasenmikroextraktion (SPME)	ja	GC-MS	0,01 µg/L				

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
15	Hexachlorbenzol	DIN EN ISO 38407-2 (02/1993)	SW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Pentan, Hexan oder Heptan	Ja, TW/ObfIW/AbW	GC-ECD	1 - 10 ngLI		GC-MS anwendbar mit geeigneten internen Standards	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
16	Tributylzinn/ Triphenylzinn	DIN EN ISO 17353 (11/2005)	SW	Extraktion mit in-situ-Derivatisierung (Natriumtetraethylborat)	Ja, TW/ObfIW/AbW	GC-MS, GC-FPD oder GC-AED	10 - 1000 ng/L			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
17	MTBE	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	SW	Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	Ja, TrinkW/ObfIW	GC-MS oder GC-ECD	10 ng/L (substanzabhängig)			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
	MTBE	DIN 38407-41 (04/2004)	Wasser	Festphasenmikroextraktion (SPME)	ja	GC-MS	0,01 µg/L				

Tab. II. 6.2 Organische Analytik, Eluate, Perkolate, Wässer - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	Anwendungsgrenze	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
18	2,4-Dinitrotoluol	DIN 38407-21 (12/2001)	Wasser	Festphasenanreicherung und Elution mit Methanol/Acetonitril	ja	HPLC-UV	0,05 - 0,5 µg/L, substanzabhängig		Norm wurde ersetzt: DIN EN ISO 22478 (07/2006)	a) alternatives Referenzverfahren	FBU
19	2,4-Dinitrotoluol	DIN 38407-17 (02/1999)	GW-/ObflW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Toluol	ja	GC-MS, GC-ECD oder GC-PND	0,05 - 0,1 µg/L, detektorabhängig			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU
20	2,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-17 (02/1999)	GW-/ObflW	Flüssig/flüssig-Extraktion mit Toluol	ja	GC-MS, GC-ECD oder GC-PND	0,05 - 0,1 µg/L, detektorabhängig			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA
21	2,4,6-Trinitrotoluol	DIN EN ISO 22478 (07/2006)	Wasser	Festphasenanreicherung und Elution mit Methanol/Acetonitril		HPLC-UV	0,05 - 0,5 µg/L, substanzabhängig			a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU FM-BA

II.6.3 Organische Analytik, Bodenluft

Tab. II.6.3 Organische Analytik, Bodenluft

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Status	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
						b) Sollte ersetzt werden durch	
1	VDI 3865-3 (06/1998)	Bestimmung von LHKW/BTXE				a) Referenzverfahren	BBodSchV FM-BA HBU
2	VDI 3865-4 (12/2000)	Bestimmung von LHKW/BTXE im Direktmessverfahren mittels GC					FM-BA

II. 7 Summenparameter

Messergebnisse von **Summenparametern** verdienen naturgemäß eine besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich ihrer Einschätzung und Interpretation, da sie im Gegensatz zu Ergebnissen aus der Einzelstoffanalytik keinen Rückschluss auf definierte Stoffinventare zulassen. Sie werden häufig zur Orientierung im Rahmen von gestuften Untersuchungs- und Analysenstrategien herangezogen.

Unterschieden werden kann zwischen Messgrößen, die auf der Ermittlung der Konzentration von Substanzgruppen (z.B. 16 EPA-PAK) beruhen, und solchen, die nicht auf der Bestimmung einzelner Stoffe oder Verbindungen (z.B. AOX) beruhen.

Messgrößen, die Substanzgruppen mit chemischen Gemeinsamkeiten erfassen, werden in der Regel an Hand von Konventionenmethoden bestimmt. Grundlage der Bestimmung ist zumeist die extraktive oder adsorptive Abtrennung der „Stoffgruppen“ von der Matrix. Beispielhaft ist hier die Bestimmung der extrahierbaren organisch gebundenen Halogene (EOX) zu nennen.

Bei der Bestimmung von Summenparametern werden Elemente oder durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnete Stoffe zusammenfasst. Sie werden vielfach zur „allgemeinen Materialcharakterisierung“ herangezogen, wie es z. B. zur Einschätzung von „reaktiven Materialien“ durch Bestimmung des Feststoff-TOC im Rahmen der Abfalluntersuchung üblich ist.

Stoffgruppen stehen im Gegensatz zu den verfahrenstechnisch summarisch bestimmbar Messgrößen. Ihre Einzelstoffe werden analysiert und deren Summe rechnerisch aufgrund eines ähnlichen Molekulaufbaus und ähnlicher Eigenschaften gebildet. Beispielhaft zu nennen sind hier die polychlorierten Biphenyle (PCB) oder die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK).

II.7.1 Summarische Parameter, chemisch

Tab. II.7.1 Summarische Parameter, chemisch

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materi- altyp	Probenauf- arbeitung	Kurzbeschreibung	Anwen- dungsgren- ze der Norm	Leistungs- grenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
1	Feststoff- TOC	DIN ISO 10694 (06/1996)	Abfall, Schlamm, Sediment, Boden		Verbrennung bei mind. 900°C im Sauerstoff- strom	1.000 mg/kg	Carbide und Elemen- tar C werden mit erfasst		a) Referenzverfahren b) DIN EN 13137 (12/2001)	BBodSchV HBU
2	Feststoff- TOC	DIN EN 13137 (12/2001)	Abfall, Schlamm, Sediment		Verbrennung bei mind. 900°C im Sauerstoff- strom	1.000 mg/kg	Carbide und Elemen- tar C werden mit erfasst		a) alternatives Refe- renzverfahren	FBU FM-BA HBU
3	Feststoff- TOC	DIN EN 15936 (11/2012)	Abfall, Schlamm, Sediment, Boden		Verbrennung bei mind. 900°C im Sauerstoff- strom	1.000 mg/kg	Carbide und Elemen- tar C werden mit erfasst			FM-BA
4	Feststoff- TOC	E-DIN 19539 (03/2013) In Vorberei- tung	Boden, Abfall	Zerkleinerung <250µm	Temperaturgradient; Verbrennung im Sau- erstoffstrom			Differenzierte Bestimmung von TOC und EC		
5	Phenolin- dex	DIN 38409-16 (06/84)	Perkolat/Eluat	Photometri- sches Verfah- ren ohne und mit Destillation	Photometrie	Niedrig belastete Wässer bis 150µg/L (H16-2); mäßig belastete Wässer bis 10 mg/L (H16-3)	Anwendungsbereich nicht für Eluate/Perkolate, da auf Trinkwasserana- lytik ausgelegtes Verfahren (H16-1) Mangelnde Selektiv- ität der Verfahren; bedingt durch zu- grundeliegende Kupplungsreaktion	Methode auf- grund großer Leistungsschwä- chen nicht mehr anwenden	b) Die Bestimmung des unspezifischen Phenolindex sollte durch die Bestim- mung der Einzel- verbindungen ge- mäß E-DIN 38407- 27 (10/2012) er- setzt werden (s. Tab. II.6.2)	

II.7.2.1 Summarische Parameter, biologisch

Tab. II.7.2.1 Summarische Parameter, biologisch

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	Faulverhalten	DIN EN 38414-8 (06/1985)	Schlamm, Abfall		Gärtest, Bestimmung des Faulverhaltens von Schlämmen		Bestimmung des abbaubaren org. Kohlenstoffs	a) alternatives Referenzverfahren	FBU HBU

III. Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten

Die allgemeine Messunsicherheit ist bei chemischen Bodenuntersuchungen für den Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und -Altlastenverordnung entsprechend dem gleichnamigen im BA aufgeführten Papier des Fachbeirates Bodenuntersuchung (FBU) des BMU vom März 2008 anzugeben.

Tab. III.1 Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Materialtyp	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Status b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in:)
1	Messunsicherheit	DIN 1319-3: (05/1996)					a) Referenzverfahren	BBodSchV HBU
2	Messunsicherheit	DIN 1319 - 4: (12/1985)					a) Referenzverfahren b) DIN 1319-4 (02/1999)	BBodSchV HBU
3	Messunsicherheit	DIN 1319-4 (02/1999)					a) alternatives Referenzverfahren	BBodSchV FBU HBU
4	Messunsicherheit	DIN ISO 11352 (03/2013)					a) wird vom FBU als Referenzverfahren angesehen	FBU HBU
5	Messunsicherheit	DIN 38402-51 (11/2012)	Wasser					
6	Messunsicherheit	DIN 38402-60 (13/2013)	Wasser					

IV. Anhang

IV.1 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 544), zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert.
- [2] Fachbeirat Bodenuntersuchungen: Vergleichende Bewertung der Verfahren und Methoden des Anhanges 1 der Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) mit aktuellen Fassungen, Dessau, 1. August 2005
(<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3280.pdf>)
- [3] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Notifizierung und Kompetenznachweis von Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich, Fachmodul Boden und Altlasten, Stand 16. August 2012
- [4] DIN - Handbuch der Bodenuntersuchungen, Wiley-VCH, Beuth Verlag, Berlin Wien Zürich, Grundwerk 2000, berücksichtigt bis 49. Ergänzungslieferung, Oktober 2013

IV.2 Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
AbfKlärV	Abfallklärschlammverordnung
AbW	Abwasser
AFS	Atomfluoreszenzspektroskopie
AN	Ammoniumnitrat
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BG	Bestimmungsgrenze
BSE	Bodensättigungsextrakt
BM	Bodenmaterial
BTEX	Kurzform für: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
CEN	Europäische Normungsinstitution (<i>Comité Européen de Normalisation</i>)
CFA	Kontinuierliche Fließinjektionsanalyse
CKW	Chlorkohlenwasserstoffe
CN	Cyanide
DEV	Deutsche Einheitsverfahren
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOC	Dissolved organic matter
DP	Durchschnittsprobe
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
EC	Elementarer Kohlenstoff (carbon)
E-DIN	Entwurf einer DIN-Norm
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm (CEN)
EP	Einzelprobe
EPA	Environmental Protection Agency
ET-AAS	AAS mit elektrothermaler Verdampfung (Graphitrohr)
FAU	Formazin Schwächungseinheiten (<i>Formazin Attenuation Units</i>)
FBU	Fachbeirat Bodenuntersuchung
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FIA	Fließinjektionsanalyse
FID	Flammenionisationsdetektor
FL	Flamme
FLD	Fluoreszenzdetektion
FM-BA	Fachmodul Boden/Altlasten
FNU	Formazin nephelometrische Einheiten (<i>Formazin Nephelometric Units</i>)
GC	Gaschromatographie
GC-AED	Gaschromatographie-Atomemissionsdetektor
GC-ECD	Gaschromatographie-Elektroneneinfangdetektor
GC-FID	Gaschromatographie-Flammenionisationsdetektor
GC-FPD	Gaschromatographie-Flammenphotometrischer Detektor
GC-HR-MS	Gaschromatographie-hochauflösende Massenspektrometrie (<i>Chromatography/High-Resolution Mass Spectrometry</i>)
GC-MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
GC/MS-MS	Gaschromatographie mit mehreren massenspektrometrischen Detektoren
GC-PID	Gaschromatographie mit Photoionisationsdetektor
GC-PND	Gaschromatographie mit stickstoffspezifischem Detektor
GR	Graphitrohr
GW	Grundwasser
HBU	Handbuch der Bodenuntersuchung
HCB	Hexachlorbenzol
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (<i>High Performance Liquid Chromatography</i>)
HPLC –MS/MS	Flüssigchromatographie mit mehreren Massenspektrometer-Einheiten

HS-GC	Headspace Gaschromatographie
IC	Ionenchromatographie
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (<i>Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry</i>)
ICP-OES	Optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (<i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry</i>)
ISO	Internationale Organisation für Normung (<i>International Organization for Standardization</i>)
ISO/DIS	ISO-Normentwurf (<i>Draft International Standard</i>)
ISO/TR	ISO-Technischer Bericht (<i>Technical Report</i>)
KOH	Kalilauge
KS	Klärschlamm
KW	Kohlenwasserstoffe
LAGA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
LUA	Landesumweltamt
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MP	Mischprobe
MTBE	Methyl-tertiär-Butylether
NTU	Nephelometrische Trübungs-Einheiten (<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>)
NWG	Nachweisgrenze
Obflw.	Oberflächenwasser
PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCP	Pentachlorphenol
Per	Perchlormethylen
PFOA	Perfluoroktansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonat
PLE	Schnelle Druckextraktion (<i>Pressurized Liquid Extraction</i>)
PN	Probenahme
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
SP	Sammelprobe
SPME	Festphasenmikroextraktion (<i>Solid Phase Micro Extraction</i>)
STV	Sprengstofftypische Verbindungen
SW	Sickerwasser
TOC	total organic carbon
TIC	total inorganic carbon
TM	Trockenmasse
Tri	Trichloethylen
TW	Trinkwasser
UAG	Untere Anwendungsgrenze
UV	Ultraviolett (Detektion mit UV-Licht)
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten