

METHODENSAMMLUNG  
FESTSTOFFUNTERSUCHUNG

VERSION 3.0

STAND: 18.12.2023



Die Erarbeitung und Fortschreibung der Methodensammlung Feststoffuntersuchung erfolgte durch die AG Methodenfortschreibung und Harmonisierung (ehemals Ad-hoc-AG Methodenharmonisierung) auf Basis des Beschlusses der 87. UMK<sup>1</sup> zu TOP 43 „Harmonisierung der Untersuchungsmethoden für den Feststoffbereich“ vom 02.12.2016. Die AG setzt sich aus Mitgliedern des LAGA-Forums Abfalluntersuchung (Forum-AU) und des Fachbeirats Bodenuntersuchungen (FBU) zusammen.

Die Methodensammlung Feststoffuntersuchung stellt eine Zusammenführung der Inhalte der Methodensammlung Abfalluntersuchung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und der Methodensammlung Boden-/Altlastenuntersuchung des FBU dar und wird regelmäßig aktualisiert und ergänzt. Diese Zusammenführung erfüllt auch ein Grundanliegen aus der Praxis von Behörden, Auftraggebern, Gutachtern und Untersuchungsstellen: Durch die rechtsbereichsübergreifende Zusammenstellung wird eine Basis geschaffen, um dort, wo es möglich ist, eine Harmonisierung der Methoden zu unterstützen und andererseits die Bereiche zu identifizieren, in denen ein Nebeneinander von Methoden fachlich sinnvoll bzw. unvermeidbar ist. Inhaltlich wurden die untergesetzlichen Regelwerke des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sowie des Bundesbodenschutzgesetzes in den jeweils aktuellen Fassungen zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses der AG (13.10.2023) zitiert.

Die Methodensammlung Feststoffuntersuchung beinhaltet ebenfalls das Ergebnis der Feststellung gemäß § 25 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zur Gleichwertigkeit und praktischen Eignung von Methoden durch den FBU. Diese Feststellung wird im Bundesanzeiger veröffentlicht.

---

<sup>1</sup> Umweltministerkonferenz

# MITARBEITENDE DER AG

M. Eng. Eva Knoll, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Dr. Ulrich Bochert, Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg

Dominik Bogner, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Dr. Jürgen Diemer, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Dipl.-Geogr. Helge Düker, Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften

Dipl.-Chem. Marion Grötzner, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Dr. Ina Gründer, Zentrale Unterstützungsstelle – Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit beim Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Dr. Dieter Hennecke, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME

Dr. Ute Kalbe, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung

Dr. Anja König, Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein

Dr. Frank Kuchler, Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

apl. Prof. Dr. Volker Linnemann, RWTH Aachen University – Institut für Siedlungswasserwirtschaft

Dr. Ingo Müller, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Dr. Alexander Ruderisch, AGROLAB GmbH

Lebensmittelchemiker Florian Schaller, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Dr. Janek Tomaschautzky, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

Dr. Regina Will, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Dr. Andreas Zeddel, Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein

# VORWORT

Diese Methodensammlung dient als Kompendium für gesetzliche und untergesetzliche Regelungen in den Bereichen Abfall, Bodenschutz und Altlasten und listet die in abfall- und bodenschutzrechtlichen Verordnungen und Fachmodulen genannten Untersuchungsmethoden auf. Überdies sind auch relevante Methoden, die im Portal „Bodenuntersuchung Online“ (ehemals Handbuch der Bodenuntersuchung) enthalten sind und aktuelle Verfahren aus der Normungsarbeit aufgenommen. Zur zukünftigen Vereinheitlichung der Vorgaben für Untersuchungen werden somit die notwendigen Grundlagen bereitgestellt. Fortschrittliche, geeignete Methoden, die vom FBU und/oder vom Forum-AU empfohlen werden, sind in den entsprechenden Zeilen des Tabellenteils (Kap. II) grün hinterlegt (Referenzmethoden). Diese Referenzmethoden sollen in künftigen Gesetz- und Verordnungsgebungsverfahren besonders berücksichtigt werden.

Die Methodensammlung Feststoffuntersuchung listet auch Analysenmethoden für flüssige Abfälle und Deponiegas sowie die zur Boden-/Altlastenbewertung erforderlichen Untersuchungsmethoden für die Kontaktmedien Sickerwasser, (oberflächennahes) Grundwasser und Bodenluft auf. Dabei sind auch Methoden für die in der Altlastenbearbeitung relevanten Parameter gelistet, die nicht durch Prüf- oder Maßnahmenwerte der BBodSchV, sondern durch anderweitig veröffentlichte vergleichbare Orientierungswerte bewertet werden können (z. B. leichtflüchtige Schadstoffe in Boden und Bodenluft, heterozyklische Verbindungen).

Die Methodensammlung richtet sich an die nachfolgenden Zielgruppen und gibt einen Überblick und eine Hilfestellung zu den im Bereich Abfall, Bodenschutz und Altlasten verwendeten Untersuchungsmethoden. Soweit keine gesetzlichen Vorgaben für den Bereich existieren oder wenn gleichwertige Methoden in den Rechtsgrundlagen zugelassen sind (z. B. Anhang 4 Nr. 3 Deponieverordnung), kann dieses Kompendium eine Entscheidungshilfe zur Methodenauswahl darstellen.

## 1. Verordnungsgeber

Diese Sammlung soll Verordnungsgebern helfen, veraltete Methoden zu identifizieren und stattdessen Referenzmethoden beim Erlassen oder Ändern von Gesetzen und Verordnungen zu berücksichtigen. Sie soll gleichzeitig helfen, die Anzahl der unterschiedlichen Methoden für gleiche Analysenaufgaben an ähnlichen Materialtypen (Feststoff-Matrices) zu reduzieren und die Ergebnisqualität zu verbessern.

## 2. Vollzugsbehörden

In einigen Verordnungen werden zusätzlich zu den in der Verordnung genannten Methoden gleichwertige Methoden zugelassen. Diese Methodensammlung soll Vollzugsbehörden bei der Entscheidung unterstützen, ob eine Methode als gleichwertig angesehen werden kann.<sup>2</sup>

Darüber hinaus kann sie bei speziellen Fragestellungen, die nicht in den entsprechenden Verordnungen geregelt sind, helfen, passende Methoden für die jeweilige Fragestellung auszuwählen.

## 3. Auftraggeber, Gutachter und Untersuchungsstellen

Diese Methodensammlung soll den Anwendern helfen, verordnungskonforme Methoden auszuwählen und kann als Grundlage dienen, um Vorschläge für alternative Untersuchungsmethoden auszuarbeiten.

Sachgerechte Entscheidungen setzen voraus, dass Untersuchungsergebnisse verlässlich ermittelt werden. Zudem können Werteregulungen unmittelbar mit spezifischen Untersuchungsmethoden verknüpft sein. Zu diesem Zweck werden in den entsprechenden Regelwerken zumeist bestimmte Untersuchungsmethoden vorgeschrieben. Untersuchungen auf Basis gleicher Methoden sichern die Vergleichbarkeit und Qualität der Ergebnisse. In der Regel verläuft die Fortschreibung des Rechtes jedoch weniger schnell als die technische und normative Fortentwicklung der Untersuchungsmethoden. Durch den zeitlichen Versatz und durch die unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen Rechtsbereiche müssen für die Bestimmung identischer Parameter je nach Rechtsbereich unterschiedliche und unter Umständen nicht vergleichbare Methoden herangezogen werden. Die Auswahl der Methoden ist oftmals bei Behörden, Gutachtern, Auftraggebern und Untersuchungsstellen von Unsicherheit begleitet, da nicht einfach zu erkennen ist, ob eine aktuellere Methode aus einem Rechtsbereich den ggf. älteren Anforderungen des anderen Bereiches genügt. Vielfach müssen von den Untersuchungsstellen daher fachlich veraltete Analysemethoden vorgehalten werden. Dies verursacht nicht nur unnötige Kosten, sondern bedeutet für die Untersuchungsstellen zudem einen höheren Aufwand bei der Qualitätssicherung und Akkreditierung. Die vorliegende Sammlung von Feld- und Labormethoden zur Probenahme, Probenvorbereitung, -vorbereitung, -aufarbeitung und Analytik soll Behörden, Untersuchungsstellen, Gutachter und Auftraggeber unterstützen und die Abstimmung über die anzuwendenden Untersuchungsmethoden vereinfachen.

---

<sup>2</sup> Für den Anwendungsbereich der BBodSchV stellt der FBU durch die Empfehlung in der Methodensammlung die Gleichwertigkeit mit denen in der Verordnung genannten und praktisch geeigneten Verfahren und Methoden fest. Diese Feststellung wird im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Der FBU wurde vom Bundesumweltministerium am 14. Juni 2000 einberufen. Er hat die Aufgabe, Erkenntnisse über fortschrittliche Verfahren und Methoden, deren praktische Eignung zur Erfüllung der Anforderungen der §§ 10 bis 15 und des Abschnitts 4 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gesichert erscheint, sowie über deren Anwendung zusammenzustellen. Zu diesem Zweck kann der FBU u. a. die Gleichwertigkeit und praktische Eignung von Verfahren und Methoden zur Probenahme, Probenvorbereitung und -aufarbeitung sowie zur physikalisch-chemischen und chemischen Analyse allgemein feststellen. Im FBU wirken fachlich qualifizierte und erfahrene Personen aus Bundes- und Landesbehörden, aus der Wissenschaft sowie aus Wirtschaftsbereichen mit, die vom Vollzug dieser Verordnung berührt sind.

Das LAGA-Forum Abfalluntersuchung (Forum-AU) wurde im Jahr 2004 von der LAGA mit dem Ziel gegründet, den gesetzeskonformen und einheitlichen Umweltschutz durch die Mitarbeit bei der Normung von vollzugstauglichen Probenahme- und Analysevorschriften zu unterstützen. Zu den aktuellen Aufgaben des Forum-AU gehören u. a.:

- die Erstellung von Arbeits- und Vollzugshilfen,
- die Identifikation von Methoden mit deren Hilfe die Zusammensetzung fester Stoffe zuverlässig bestimmt werden kann,
- die Dokumentation von Methoden und Verfahrensschritten bei denen mit Fehlern zu rechnen ist bzw. die Initiierung der Verbesserung solcher Methoden und
- die fachliche Bewertung von Anfragen der Länder zur Gleichwertigkeit von Analysemethoden im Rahmen abfallwirtschaftlicher Regelwerke.

Im Jahr 2008 erarbeitete das Forum-AU erstmals im Auftrag des Ausschusses für Abfalltechnik (ATA) der LAGA eine Methodensammlung, aktualisiert diese regelmäßig anhand der Erkenntnisse über fortschrittliche Methoden der Abfalluntersuchung und gibt auf Grundlage einer vergleichenden Bewertung von Methoden Empfehlungen zur Anwendung.

Die Fortschreibung der Methodensammlung Feststoffuntersuchung wird durch eine Anpassung der Kennzeichnung der Version deutlich gemacht. Kleinere methodische Anpassungen finden ihren Niederschlag in der Erhöhung der Nebenversionsnummer (z. B. V 3.1). Bei größeren Überarbeitungen, z. B. nach Inkrafttreten einer novellierten Fassung der Anlage 3 BBodSchV oder des Anhangs 4 DepV, erfolgt die Höherzählung der Version (z. B. V 4.0).

# INHALT

I	Allgemeiner Teil .....	1
I.1	Ziel der Methodensammlung Feststoffuntersuchung .....	1
I.2	Anwendungshinweise zu gelisteten Methoden im Tabellenteil (Kapitel II) .....	3
I.3	Vorgehen zur Auswahl einer Methode.....	6
II	Regelwerksbezogener Teil .....	8
II.1	Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung .....	8
II.1.1	Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen .....	8
II.1.2	Probenahmeplanung, Probenahme bei Grund- und Sickerwasser .....	26
II.1.3	Probenahmeplanung, Probenahme bei Bodenluft .....	29
II.2	Schnellanalysenmethoden und Vor-Ort-Verfahren .....	31
II.3	Probenvorbereitung.....	33
II.3.1	Probenkonservierung, -transport, -lagerung .....	33
II.3.2	Probenvorbereitende Techniken .....	34
II.3.3	Bestimmung allgemeiner Parameter (Trockenmasse etc.) .....	35
II.3.4	Mechanische Probenvorbereitung .....	37
II.3.5	Chemische Probenvorbereitung .....	42
II.4	Allgemeine Parameter .....	51
II.4.1	Allgemeine Parameter von Feststoffen.....	52
II.4.2	Allgemeine Parameter von Eluaten und Wässern .....	55
II.5	Physikalische Parameter .....	58
II.5.1	Physikalische Parameter von Feststoffen.....	59
II.6	Anorganische Analytik.....	61
II.6.1	Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten) .....	61
II.6.2	Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern) .....	93
II.6.3	Nährstoffanalytik .....	120
II.7	Organische Analytik .....	126
II.7.1	relevante organische Stoffgruppen.....	126
II.7.2	Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten.....	135
II.7.3	Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern) ..	154

II.7.4	Organische Analytik von Bodenluft.....	171
II.7.5	Organische Analytik von Deponiegas.....	172
II.8	Summarische Parameter.....	173
II.8.1	Summarische Parameter von Feststoffen.....	174
II.8.2	Summarische Parameter von Eluaten und Wässern .....	179
II.9	Verfahren zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit (GB <sub>21</sub> , AT <sub>4</sub> ).....	181
II.10	Ergebnisunsicherheit.....	184
II.10.1	Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten .....	185
II.11	Beurteilung der Stoffverteilungen in Haufwerken.....	187
II.12	Qualitätssicherung .....	191
II.12.1	Qualitätsgesicherte Interpretation von Analyseergebnissen .....	195
III	Anhänge.....	199
III.1	Untersuchungs- und fachtechnische Grundlagen.....	199
III.1.1	Glossar .....	199
III.1.2	Status von Normen und Richtlinien .....	202
III.1.3	Angabe von Analysen- und Untersuchungsergebnissen .....	205
III.2	Grundsätzliche Betrachtungen zu Elutions-/ Perkolationsverfahren.....	208
III.2.1	Schüttelversuche zur Elution mobilisierbarer Anteile (Übereinstimmungsuntersuchung).....	209
III.2.2	Elutionsverfahren mit wässrigen Lösungen mit Zusätzen sowie Extraktionsverfahren .....	210
III.2.3	Perkolationsversuche mit destilliertem Wasser.....	211
III.3	Abkürzungsverzeichnis .....	213



# I ALLGEMEINER TEIL

## I.1 ZIEL DER METHODENSAMMLUNG FESTSTOFFUNTERSUCHUNG

Durch die vorliegende Methodensammlung sollen folgende Ziele unterstützt werden:

- die zeitnahe Fortschreibung des Standes der Technik für Untersuchungen,
- die Reduzierung von Kosten und Zeitaufwand für die Bestimmung der jeweiligen Messgrößen durch eine soweit mögliche Vereinheitlichung und matrixübergreifende Harmonisierung der Methoden,
- die Steigerung der Qualität von Untersuchungen,
- die Steigerung der Transparenz im Informationsaustausch zwischen Auftraggeber, Gutachter, Untersuchungsstelle und Behörde sowie
- die Verbesserung von Übersicht und Handhabung der Methoden in der Praxis.

Bei der Auswahl von Untersuchungsmethoden ist die Vielfalt von Abfällen, Böden und (Boden-) Materialien zu berücksichtigen, wie z. B.:

- Klärschlämme und Kompost,
- Aschen und Schlacken sowie andere feste Abfälle zur Verwertung (z. B. Sekundärbrennstoffe, Baustellenmischabfälle, Bodenaushub),
- feste Abfälle zur Beseitigung (z. B. Filterstäube, Baustellenmischabfälle mit schädlichen Verunreinigungen, Abfälle aus der chemischen Industrie, ausgekofferte Feststoffe aus Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen) und „spezielle Abfallarten“ (z. B. Schredderleichtfraktionen, Althölzer, Altöl),
- Materialien für technische Bauwerke (z. B. mineralische Ersatzbaustoffe und Baustoffgemische),
- unbelastete Böden und (Boden-)Materialien zum Auf- oder Einbringen auf, in, unter oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht sowie
- Boden bei der Erkundung von altlastverdächtigen Flächen oder Verdachtsflächen.

Wie aus der Auflistung der unterschiedlichen zu untersuchenden Materialien hervorgeht, gibt es zudem unterschiedliche Fragestellungen, die mit den Untersuchungen geklärt werden sollen, wie die Abfalldeklaration oder die bodenschutzrechtliche Gefahrenermittlung. Die unterschiedlichen Untersuchungsmaterialien und Fragestellungen 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 Analysemethoden.

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für Abfalluntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum Kreislaufwirtschaftsgesetz in Verbindung mit dem Fachmodul Abfall (FMA) zu entnehmen.

Untersuchungsmethoden werden derzeit aus den folgenden Regelwerken in der Methodensammlung abgebildet:<sup>3</sup>

1. Deponieverordnung (DepV), Anhang 4
2. Versatzverordnung (VersatzV), Anhang 3
3. Klärschlammverordnung (AbfKlärV)
4. Bioabfallverordnung (BioAbfV), Anhang 3
5. Altholzverordnung (AltholzV), Anhang 4
6. Altölverordnung (AltölV), Anlage 2
7. Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV), Anlage 5

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für die Boden-/Altlastenuntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), der BBodSchV in Verbindung mit dem Fachmodul Boden und Altlasten (FMBA) und dem Portal „Bodenuntersuchung online“ zu entnehmen.

Die Methodensammlung führt alle in den vorgenannten Verordnungen angegebenen Methoden vollständig auf und bildet deren normative Weiterentwicklung ab. Ergänzend wurden weitere Methoden aufgenommen, sofern diese thematisch in den Kontext der Methodensammlung passen. Angesichts der Vielzahl möglicher Untersuchungsparameter und Methoden kann und will die Methodensammlung nicht die Gesamtheit aller Methoden zusammenstellen, aber doch die Wesentlichen. Sollte die AG dabei eine wichtige Methode übersehen haben, sind Hinweise für künftige Versionen der Methodensammlung hilfreich.

Die Methodensammlung listet und benennt die Methoden lediglich in Form von Zitaten, verbunden mit Hinweisen zur Gleichwertigkeit und praktischen Eignung und dient damit auch der Umsetzung der Anforderungen aus § 25 Absatz 1 BBodSchV. Im Unterschied dazu finden sich im Portal „Bodenuntersuchung online“ die vollständigen Normen zur unmittelbaren Anwendung.

---

<sup>3</sup> Wird von Übergangsregelungen gemäß § 28 BBodSchV Gebrauch gemacht, können bis zum Ende der respektiven Fristen auch Methoden der Methodensammlung Version 2.0 weiter angewendet werden. Zu diesem Zweck ist auf der Homepage der LAGA und des FBU weiterhin die Version 2.0 bis zum Ende der Übergangsregelungen verfügbar.

## I.2 ANWENDUNGSHINWEISE ZU GELISTETEN METHODEN IM TABELLENTEIL (KAPITEL II)

Im Kapitel II der Methodensammlung Feststoffuntersuchungen werden die Methoden in tabellarischer Form aufgelistet. Nachfolgend wird die Benennung der Spaltenüberschriften erläutert.

Parameter / Anwendungsbereich: In dieser Spalte ist der zu untersuchende Parameter aufgeführt. Bei Probenahme- und Probenvorbereitungsmethoden bzw. Elutions- und Extraktionsmethoden wird hier der Anwendungsbereich angegeben.

Materialtyp: In dieser Tabellenspalte werden, sofern benannt, die Materialtypen (Matrices) der entsprechenden Norm eingetragen. Sofern die AG weitere Materialtypen für geeignet hält, werden diese in der Spalte Bemerkungen aufgeführt.

Methode: In dieser Tabellenspalte wird die entsprechende Methode aufgeführt. Ungültige oder zurückgezogene bzw. vom Normungsgremium ersetzte Methoden, die dennoch in derzeit gültigen Regelwerken aufgeführt sind, werden durch Durchstreichen des Ausgabedatums<sup>4</sup> und durch einen Verweis in der Tabellenspalte Bemerkungen dargestellt. Sollte sich das Ausgabedatum der Methode geändert haben, wird das neue Ausgabedatum mit aufgeführt.

Titel: In dieser Spalte findet sich der komplette Titel der jeweiligen Methode.

Rechtsbezug: In dieser Spalte werden die unter Kapitel I.1 genannten Verordnungen aufgeführt, in denen die entsprechende Methode zitiert wird.

Kurzbeschreibung: Diese Spalte enthält wichtige Informationen zur Methode, die nicht aus dem Titel ersichtlich sind, wie z. B. die notwendige Probenaufarbeitung. Zusätzlich kann dieser Spalte entnommen werden, ob eine untere Anwendungs- / Bestimmungsgrenze für die Methode existiert oder ob eine Validierung erfolgt ist<sup>5</sup>. Für bestimmte in der Methodensammlung aufgeführte Übersichtsnormen ist eine Validierung nicht notwendig. Sollte dies der Fall sein, findet sich hierzu ein Hinweis in dieser Tabellenspalte.

<sup>4</sup> Labore, die für die in einer Verordnung aufgeführten Methoden oder Verfahren akkreditiert oder notifiziert sind, entsprechen weiterhin den Anforderungen dieser Verordnung.

<sup>5</sup> Der Hinweis „nicht validiert“ in dieser Spalte deutet zunächst nur darauf hin, dass für die Methode und den konkreten Parameter keine Validierungsdaten aus Ringversuchen vorliegen. Daher kann keine sichere Aussage darüber getroffen werden, ob die Bestimmung des betreffenden Parameters mit dieser Methode in der vorliegenden Matrix funktioniert. In der Spalte Bemerkungen wird ggf. ergänzend darauf hingewiesen, dass die Methode hilfsweise angewendet werden kann, da der AG keine geeignetere Methode bekannt ist.

**Bemerkungen:** In dieser Spalte finden sich Hinweise der AG zur Methode, z. B. dass

- zusätzliche Materialtypen mit dieser Methode untersucht werden können,
- eine Methode zurückgezogen bzw. vom Normungsgremium ersetzt wurde,
- eine Anwendung trotz fehlender Validierung empfohlen werden kann,
- Probleme bei der Anwendung aus der Praxis bekannt sind oder
- die Methode nicht geeignet<sup>6</sup> ist.

In dieser Tabellenspalte findet sich ebenfalls eine Erläuterung, wenn eine Methode von der AG zwar als geeignet angesehen wird, trotzdem aber nicht als Referenzmethode (grün hinterlegte Tabellenzeile) empfohlen werden kann.

**Bewertung:** Diese Spalte enthält die Bewertung des FBU und/oder Forum-AU, dabei ist ersichtlich durch welches Gremium diese erfolgt ist. Die Abbildung I.2-1 gibt einen Überblick über die Abstufungen bei der Methoden-Bewertung.

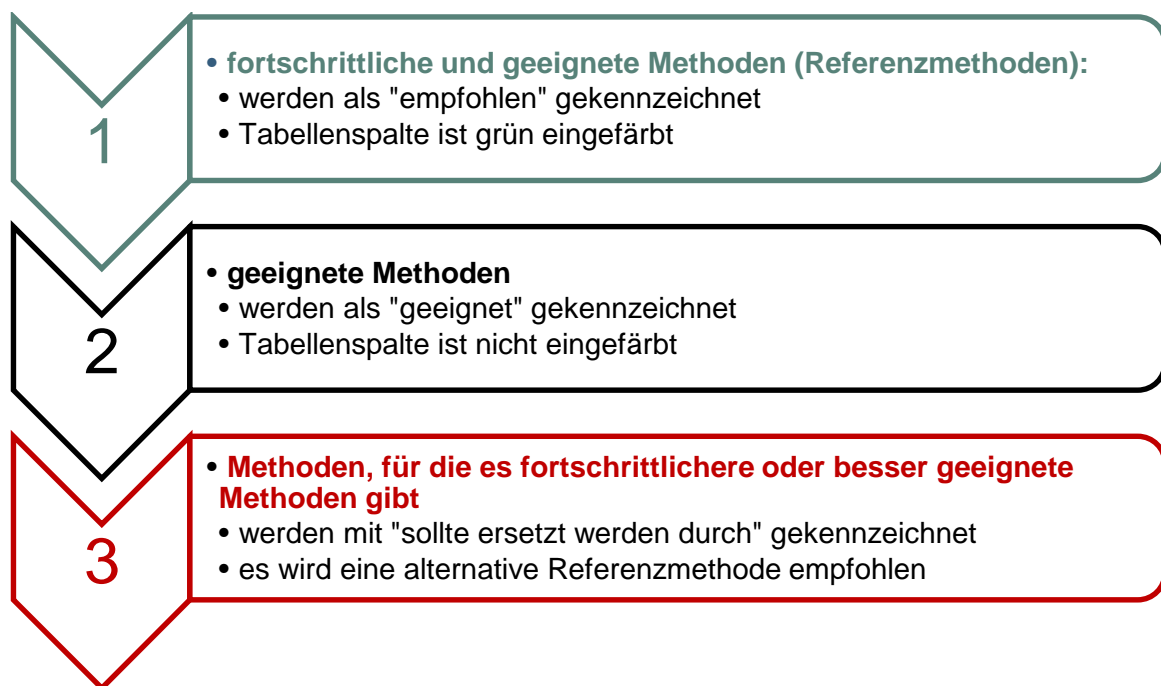


Abbildung I.2-1: Bewertungsschema

Fortschrittliche, geeignete Methoden (Referenzmethoden), werden in dieser Spalte als „empfohlen“ gekennzeichnet, die entsprechende Tabellenzeile ist dann grün hinterlegt.

Für Methoden, die keine Referenzmethoden sind und für die keine alternative Referenzmethode empfohlen wurde, findet sich in dieser Spalte der Hinweis „geeignet“. Dies kann z. B.

<sup>6</sup> Bei einer fachlichen Beurteilung als „nicht geeignet“ weisen Untersuchungen und praktische Erfahrungen darauf hin, dass diese Methode für diesen Parameter nicht hinreichend zuverlässig funktioniert und daher für den der betreffenden Verordnung zugrundeliegenden Zweck nicht mehr verwendet werden sollte.

der Fall sein, wenn die Methode lediglich veraltet ist oder die Methode nur auf eine Matrix oder einen einzelnen Parameter anwendbar ist. Diese Bewertung wird in der Tabellenspalte Bemerkungen näher erläutert.

Für Methoden, für die es fortschrittlichere oder besser geeignete Methoden gibt, wird in dieser Spalte eine alternative Referenzmethode mit dem Hinweis „sollte ersetzt werden durch“ empfohlen.

### I.3 VORGEHEN ZUR AUSWAHL EINER METHODE

#### Vorgehen zur Auswahl einer Methode für den Verordnungsgeber

In künftigen Verordnungen sollten, wo vorhanden, nur Referenzmethoden (grün hinterlegte Tabellenzeilen) benannt werden.

Für den bodenschutzrechtlichen Bereich gilt, dass andere als in der BBodSchV genannte Verfahren oder Methoden zur Probenahme, Probenvorbereitung, und -aufarbeitung sowie zur physikalisch-chemischen und chemischen Analyse angewendet werden dürfen, wenn deren Gleichwertigkeit und praktische Eignung vom FBU allgemein festgestellt und durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde.

#### Vorgehen zur Feststellung von fortschrittlichen, geeigneten Methoden im Bereich Bodenschutzrecht

Bei der Feststellung der Gleichwertigkeit orientiert sich der FBU an folgenden Aspekten:

- Formale Angleichung von Normen / Übernahme einer Europäischen zur Deutschen Norm.
- Angleichung oder Aktualisierung von Normen mit inhaltlichen Änderungen jedoch auf gleicher Methodenbasis (z. B. Optimierungen zum Erreichen von verbesserten Bestimmungs-/Nachweisgrenzen oder Verbesserung der Analysen- oder Ergebnisqualität) ohne Notwendigkeit einer erneuten Validierung.
- Bei neuen Normen auf anderer Methodenbasis oder stark veränderten Normen erfolgte die Anerkennung auf Grundlage der Validierungsergebnisse.
- Bei einem anderen Medienbereich liegt eine vergleichbare Norm vor, die gleichwertige Ergebnisse liefert und somit der Methodenharmonisierung zwischen den Rechtsbereichen Rechnung trägt.

Für den Anwendungsbereich der BBodSchV stellt der FBU durch die Empfehlung in der Methodensammlung die Gleichwertigkeit mit denen in der Verordnung genannten und praktisch geeigneten Verfahren und Methoden fest. Diese Feststellung wird im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Hinweis: Im Einzelfall kann es erforderlich sein, auch andere als im Bundesanzeiger veröffentlichte Verfahren bzw. Methoden zu nutzen. Dann muss deren Gleichwertigkeit und praktische Eignung gemäß § 24 Absatz 11 Nr. 2 BBodSchV vom Anwender im Einzelfall gegenüber der Behörde nachgewiesen werden.

### Vorgehen zur Auswahl einer fortschrittlichen, geeigneten Methode im Bereich Abfallrecht

Grundsätzlich sind die Methoden, die für den jeweiligen Parameter in der entsprechenden abfallrechtlichen Verordnung genannt sind, anzuwenden. Vorzugsweise sollten dabei die Methoden der Verordnung angewendet werden, die in der Methodensammlung Feststoffuntersuchung grün gelistet (Referenzmethoden) sind.

Für den Fall, dass andere als in der entsprechenden Verordnung genannte Methoden angewendet werden sollen, ist zunächst die Prüfung, ob die Verordnung gleichwertige Methoden zulässt, erforderlich<sup>7</sup>:

1. Falls die entsprechende Verordnung keine gleichwertigen Methoden zulässt, ist die Anwendung von alternativen Methoden nicht möglich.
2. Falls die entsprechende Verordnung gleichwertige Methoden zulässt, muss geprüft werden, ob die zuständige Behörde bei der Entscheidung einzubinden ist. Dies ist in den abfallrechtlichen Verordnungen unterschiedlich geregelt. Sofern gleichwertige Methoden zugelassen sind, sollten die Empfehlungen des LAGA-Forums Abfalluntersuchung in dieser Methodensammlung berücksichtigt werden.

<sup>7</sup> Beispielsweise sind gemäß Anhang 4 Nr. 3 der Deponieverordnung gleichwertige Verfahren nach dem Stand der Technik mit Zustimmung der zuständigen Behörde am Sitz der Untersuchungsstelle zulässig. Dabei kann als Entscheidungshilfe die Methodensammlung Feststoffuntersuchung herangezogen werden, wobei insbesondere die grün gekennzeichneten Verfahren (Referenzmethoden) heranzuziehen sind.

## II REGELWERKSBEZOGENER TEIL

### II.1 PROBENAHMEPLANUNG, PROBENAHME, PROBENBESCHREIBUNG

#### II.1.1 PROBENAHMEPLANUNG, PROBENAHME, PROBENBESCHREIBUNG BEI FESTSTOFFEN

Grundvoraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung von Feststoffen ist es, dass die Ergebnisse der Untersuchungen ein zuverlässiges Abbild der stofflichen Zusammensetzung des Untersuchungsobjektes geben. Dabei kann das Untersuchungsobjekt ein Haufwerk bzw. eine Menge von Abfällen oder ein bestimmtes Bodenvolumen sein. Da diese Grundgesamtheit nicht als Ganzes untersucht werden kann, müssen stellvertretend ausgewählte Proben des Materials untersucht werden.

Die Proben müssen dazu hinreichend beschrieben sein und es muss ausreichend bekannt sein, für welche Grundgesamtheit sie repräsentativ sind. Dies ist besonders bei der Untersuchung von kontaminationsverdächtigen oder kontaminierten Flächen schwierig, da sowohl die Schadstoffverteilung als auch der Untergrund meist nicht homogen sind.

Die BBodSchV verweist beispielsweise in § 19 Absatz 4 auf [Inhomogenitäten](#) und [Heterogenitäten](#), die bei der Wahl geeigneter Proben oder Teilproben zu beachten sind.

Jegliche Merkmale von körnigen Feststoffen sind, mehr oder weniger ausgeprägt, inhomogen verteilt – dies gilt auch für optisch homogen erscheinende Bodenmaterialien. Diese Inhomogenität führt zwangsläufig zu Schwankungen von Messergebnissen auch bei idealer Probenahme und Analytik (Fundamentalvariabilität). Mit dem Begriff der Inhomogenität werden [zufällige Abweichungen](#) bei einem insgesamt aber einheitlichen Entstehungsprozess der zu beprobenden Grundgesamtheit beschrieben.

Heterogenität entsteht hingegen dadurch, dass einzelne Anteile (Fraktionen) der Grundgesamtheit (z. B. eines Haufwerks, Bodenvolumens oder einer Fläche) unterschiedliche Entstehungsprozesse durchlaufen haben. Mit dem Begriff der Heterogenität werden dementsprechend [systematische Abweichungen](#) beschrieben.

Werden Inhomogenitäten und Heterogenitäten bei einer Probenahmestrategie nicht hinreichend berücksichtigt, bestimmen diese häufig im Vergleich zu den physikalischen und chemischen Untersuchungsverfahren die Reproduzierbarkeit und Interpretierbarkeit der Ergebnisse.

Insbesondere bei Abfällen und aufgefüllten Böden muss aufgrund der oftmals heterogenen Zusammensetzung mit einer ungleichmäßigen Schadstoffverteilung gerechnet werden.

Im Hinblick auf die Probenahme von festen Abfällen und abgelagerten Materialien (z. B. aus Haufwerken) wird dies in der Mitteilung 32 der LAGA „Richtlinie für das Vorgehen bei physi-



kalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98)<sup>8</sup> berücksichtigt. Sie enthält Vorgaben zu Probenahmeverfahren und -strategie sowie zur Anzahl und Größe der zu entnehmenden Einzel-, Misch- und Sammelproben in Abhängigkeit von Grundmenge, Konsistenz, Teilchen- und Stückgrößenverteilung.

**Um die Ergebnisunsicherheit<sup>8</sup> bei Abfall- und Haufwerksbeprobungen in vertretbaren Grenzen zu halten, sind die Vorgaben der LAGA PN 98 (Referenzmethode der Probenahme) stringent einzuhalten. Eine Unterschreitung der Mindestmischprobenanzahl ( $n = 2$ ) bei je 4 Einzelproben ist unzulässig!**

Die LAGA PN 98 formuliert Grundregeln für die Entnahme von Proben. Sie stellt also einen Rahmen für die Planung und Durchführung der Probenahme dar. Sie ist dabei keine konkrete Handlungsanleitung (kein „Patentrezept“ für die Probenahme), denn eine detailliert festgelegte, alle Prüfgüter umfassende Vorgehensweise ist bei der Feststoffprobenahme nicht möglich; vielmehr muss ein pragmatischer, einzelfallbezogener Ansatz unter Einbeziehung aller Vorinformationen gefunden werden.

Es ist zu beachten, dass es sich bei den Vorgaben der LAGA PN 98 um grundlegende Anforderungen handelt. Je nach Zielsetzung (z. B. Forschungsvorhaben mit erhöhten Anforderungen an Zuverlässigkeit/Vertrauenswürdigkeit und der Heterogenität des Untersuchungsgegenstandes) kann das Anforderungsniveau auch sehr viel höher liegen.

Eine fachgerechte Probenahme setzt einen Probenahmeplan voraus. Er beschreibt an welchen Stellen wie viele und welche Proben mit welchen Geräten genommen werden sollen und in welchen Gefäßen mit welchen Stabilisierungsmitteln diese anschließend zu transportieren sind. Im Rahmen eines qualitätsgesicherten Prozesses ist die Aufstellung und die Dokumentation des Probenahmeplans und seiner Umsetzung einschließlich des Probenahmeprotokolls unerlässlich.

Die Probenahme muss von geschultem, zuverlässigem Fachpersonal vorgenommen werden, das über praktische Erfahrung verfügt und mit der Problemstellung vertraut ist. Die Anforderungen an Schulungsinhalte für Probenehmer sind der „Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA-Mitteilung 32 (LAGA PN 98)“ zu entnehmen. Darüber hinaus ist die fachliche und praktische Einarbeitung der geschulten Probenehmer von äußerster Wichtigkeit.

---

<sup>8</sup> Eine Definition für die Ergebnisunsicherheit findet sich in Kapitel III.1.1.

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme zur stofflichen und energetischen Verwertung sowie Beseitigung von Altholz	Altholz	AltholzV Anhang IV Nr. 1.1 Probenahme	AltholzV Anhang IV: Vorgaben zur Analytik für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen 1. Untersuchung von Holzhackschnitzeln und Holzspänen 1.1 Probenahme	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenahme aus bewegtem Stoffstrom</li> <li>- Entnahme von Einzelproben</li> <li>- Bildung von Mischproben</li> </ul>	Die Methode ist für die Produktionskontrolle von aufbereitetem Altholz geeignet. Sie enthält keine differenzierte PN-Strategie zur Materialcharakterisierung. Es handelt sich um keine sortenreine PN, sondern nur um eine "Produktkontrolle". Es ist keine Haufwerksbeprobung vorgesehen. Die Probenmengen sind unzureichend.	FBU / Forum-AU: geeignet
Beschreibung von Bodenhorizonten und -profilen sowie der bodenkundlichen und sensorischen Ansprache von Bodenproben; keine Probenahmeanleitung	Boden	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5 („KA5-kurz“, 2009)	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz	BBodSchV ErsatzbaustoffV	- KA5-kurz	Es gibt keinen Unterschied zur KA5. Die zu erfassende Merkmalsanzahl ist auf den Vollzug des BBodSchG ausgelegt.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahmeplanung, Festlegung der Probenahmestellen und Beprobungstiefen	Boden, Bodenmaterial	BBodSchV: Allgemeine und Besondere Anforderungen zur Probenahme etc. finden sich im Wesentlichen in den §§ 18-22	§ 18 Vorerkundung; § 19 Allgemeine Anforderungen an die Probennahme; § 20 Besondere Anforderungen an die Probennahme aus Böden in situ; § 21 Besondere Anforderungen an die Probennahme aus Haufwerken; § 22 Zusätzliche wirkungspfadbezogene Anforderungen an die Probennahme bei orientierenden Untersuchungen und Detailuntersuchungen	BBodSchV	- generelle und besondere Anforderungen an die Planung und Durchführung der Probenahme	In der BBodSchV (1999) waren die Anforderungen an die Probenahme in Anhang 1 angegeben. Für die BBodSchV (2021) wurde Anhang 1 aufgelöst und die Vorgaben in einzelne Paragraphen implementiert. Diese sind im Hinblick auf die für diese Tabelle relevanten Inhalte im Wesentlichen §§ 18-22. Die Vorgaben sind auch geeignet für: sonstige Materialien, die im oder auf dem Boden von Verdachtsflächen vorkommen oder zum Auf- und Einbringen vorgesehen sind.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kartierung inkl. Stadtbodenkartierung	Boden	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5, 2005)	Bodenkundliche Kartieranleitung	BBodSchV ErsatzbaustoffV	- umfassende Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung - dient der Vereinheitlichung und Koordinierung der Kartierungen in den einzelnen Bundesländern	Die KA5 ist das Standardwerk. Die Nachfolge, die KA6, ist in Vorbereitung.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Bodenbewertung für bautechnische Zwecke und Bodenverwertung	Boden	DIN 18196 (05/2011) (02/2023)	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke	ErsatzbaustoffV	- Zusammenfassung von Bodenarten in Bodengruppen zur Bewertung von Bodenkennwerten	Die Norm gilt für bautechnische Eigenschaften mit Eignung für (u.a. Recycling-) Baustoffe im Grundbau.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben	Boden	DIN 19639 (09/2019)	Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Handlungsanleitung zum baubegleitenden Bodenschutz</li> <li>- zielt in seiner Anwendung auf die Minimierung der Verluste der gesetzlich geschützten natürlichen Bodenfunktionen im Rahmen von Baumaßnahmen ab</li> </ul>	Die Methode wurde in die BBodSchV (2021) aufgenommen.	FBU: empfohlen
bodenkundliche Untersuchungen	Boden	DIN 19673 (04/2013)	Bodenbeschaffenheit - Zeichnerische Darstellung bodenkundlicher Untersuchungsergebnisse		<ul style="list-style-type: none"> <li>- gilt für einheitliche und anschauliche zeichnerische Darstellung und Schreibweise einer bodenkundlichen Profilaufnahme</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenahme aus Haufwerken	feste und stichfeste Materialien	DIN 19698-1 (05/2014)	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 1: Anleitung für die segmentorientierte Entnahme von Proben aus Haufwerken	AbfKlärV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- segmentorientierte Probenahme an Haufwerken von homogener bis extrem heterogener Zusammensetzung</li> <li>- volumenabhängige Probenahme</li> <li>- Gewinnung von Einzel-, Misch- und Laborproben</li> </ul>	Die Hot-Spot-Probenahme ist in Teil 5 der DIN 19698 geregelt. Außerdem ist keine Entnahme von Sammelproben vorgesehen. Die Methode enthält Festschreibung zur Analysenprobenanzahl und stimmt weitgehend inhaltliche mit der LAGA PN 98 überein. Norm wird in der BBodSchV nicht genannt!	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme zur integralen Charakterisierung von Haufwerken	feste und stichfeste Materialien	DIN 19698-2 (12/2016)	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 2: Anleitung für die Entnahme von Proben zur integralen Charakterisierung von Haufwerken	DepV ErsatzbaustoffV	- materialcharakterisierende Probenahme an Haufwerken für die Untersuchung einer zu bildenden gemeinsamen Mischprobe	Die Methode ist für homogenisierte oder homogen anfallende Materialien geeignet, enthält aber keine Verfahren zur Charakterisierung der inhomogenen stofflichen Zusammensetzung von Abfällen. Es ist keine Aussage über Schwankungen in der stofflichen Verteilung der Grundmenge möglich und entspricht somit nicht den Qualitätsstandards der DIN EN ISO/IEC 17025 bzgl. der Ermittlung der Gesamtstreuung von Untersuchungsergebnissen inkl. Probenahmestreuung. Die Methode ist für Entsorgungsfragen ungeeignet, aber zur stofflichen Charakterisierung von Produkten, güteüberwachten RC-Materialien geeignet. Die Methode ist für den Geltungsbereich der BBodSchV nicht geeignet!	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Beprobung von Hot-Spots	feste und stichfeste Materialien	DIN 19698-5 (06/2018)	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 5: Anleitung für die Beprobung von Hot-Spots in Grundmengen	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anleitung für die Beprobung von Hot-Spots in Grundmengen</li> <li>- Hinweise zum Erkennen und Charakterisieren von Hot-Spots, die eine Charakterisierung der Grundmenge behindern</li> </ul>	Die Methode ist geeignet für die Einstufung anhand von Hot-Spots. Eine stoffliche Charakterisierung der Grundmenge ist nicht möglich. Die Methode ist ausschließlich für die Untersuchung von Hot-Spots geeignet und ist zwingend im Zusammenhang mit DIN 19698-1 anzuwenden.	FBU / Forum-AU: geeignet
Einstufung von Abfällen anhand von in situ-Beprobungen	feste und stichfeste Materialien	DIN 19698-6 (01/2019)	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 6: In situ-Beprobung, mit CD-ROM	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- in situ-Beprobung</li> <li>- zur Beprobung von linien-artigen Grundmengen (z. B. Straßen, Gleisbettungen, Dämmen, Trassen) vorgesehen sowie für flächige Grundmengen oder Bauwerke (bei Rückbau) und Fundamenten, bei denen von einer homogenen Merkmalsverteilung auszugehen ist und keine Möglichkeit zu Ausbau und Zwischenlagerung besteht</li> <li>- Validierung fehlt</li> </ul>	Nach Möglichkeit sollte eine Haufwerksbildung und -beprobung nach LAGA PN 98 erfolgen. Die stoffliche Charakterisierung der Grundmenge erfolgt durch Einzel-, Misch- und Laborproben. Es ist keine Sammelprobenuntersuchung und Hot-Spot-Probenahme möglich. Die Methode ist ungeeignet zur Flächenprobenahme aufgrund fehlender Probenahmestrategie. Nicht geeignet für die Untersuchung im Rahmen der Gefährdungsabschätzung.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Verwendung von Bodenmaterial und Baggergut für die Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenprofils	Bodenmaterial	DIN 19731 ( <del>05/1998</del> )	Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial	BBodSchV	- allgemeine vom jeweiligen Bodenmaterial unabhängige Verwertungsgrundsätze, die als Anleitungen für einen schonenden Umgang mit Böden im Rahmen von Verwertungsmaßnahmen dienen	Es handelt sich um einen veralteten Stand, der nicht mehr herangezogen werden sollte. Die DIN 19731:1998-05 ist vor Inkrafttreten der BBodSchV (n.F.) und den Regelungen der LAGA M 20 (2004) und vor allem der ErsatzbaustoffV veröffentlicht worden. Sie kollidiert damit in Teilen mit dem bestehenden Recht der BBodSchV und ErsatzbaustoffV. Die LABO-Vollzugshilfe zu §§ 6 - 8 BBodSchV nimmt Bezug auf die DIN 19731:2023-09 und integriert sie in den Vollzug.	FBU: sollte ersetzt werden durch DIN 19731 (09/2023)

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Verwertung von Bodenmaterial und/oder Baggergut im Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht	Bodenmaterial	DIN 19731 (09/2023)	Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut		<ul style="list-style-type: none"> <li>- enthält Hinweise zum sachgerechten Umgang mit Bodenmaterial und/oder Baggergut, die bei Bautätigkeiten und im Landschaftsbau anfallen</li> <li>- Ziel: Vermeidung bzw. wirksame Verminderung von nachteiligen Einwirkungen auf den Boden, insbesondere beim Um- und Zwischenlagern sowie beim Einbau</li> <li>- natürliche Bodenfunktionen sollen im Rahmen der Verwertungsmaßnahmen soweit als möglich erhalten bleiben bzw. wiederhergestellt werden</li> </ul>	Die Methode wurde überarbeitet und an die gesetzlichen Anforderungen der BBodSchV (n.F.) und des KrWG angepasst.	FBU: empfohlen
Probenahme	Schwebstoffe	DIN 38402-24 (05/2007)	DEV - Anleitung zur Probenahme von Schwebstoffen (A 24)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenahme von Schwebstoffen</li> </ul>	Die Methode ist nicht im Regelungsbereich des BBodSchG, aber Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme	Sedimente	DIN 38414-11 (08/1987)	DEV - Probenahme von Sedimenten (S 11)		- Probenahme von Sedimenten	Die Methode ist nicht im Regelungsbereich des BBodSchG, aber Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Probenahme Bau- grund	Boden	DIN 4021 (10/1990)	Baugrund - Auf- schluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben		- Begriffsdefinitionen und fachliche Vor- gaben für den Auf- schluss von Boden und Fels als Bau- grund und Baustoff nach DIN 4020 durch Schürfe, Boh- rungen, Kleinboh- rungen und für die Entnahme von Pro- ben	Die Norm wurde zurückge- zogen und vom Normungs- gremium durch DIN EN ISO 22475-1 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 22475-1
Geotechnische Erkundung und Untersuchung	Boden, Fels	DIN 4023 (02/2023)	Zeichnerische Darstel- lung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen		- Methode gilt für die zeichnerische Dar- stellung der Ergeb- nisse von Bohrun- gen, Schürfen und anderen (natürli- chen oder künstli- chen) Aufschlüssen nach DIN EN ISO 22475-1	Die Ausgabe 02/2006 wurde ersetzt durch die Ausgabe 02/2023.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme flüssiger "Abfälle"	Abfall	DIN 51750-1 (12/1990) DIN 51750-2 (12/1990)	Prüfung von Mineralölen; Probenahme; Allgemeines  Prüfung von Mineralölen; Probenahme; Flüssige Stoffe	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Aussagen zur Probenahme an Mineralölerzeugnisse</li> <li>- da spezifische PN-Richtlinie für flüssige Abfälle fehlt, ist diese Norm hilfsweise zu verwenden</li> </ul>	Inhomogenitäten/ Mehrphasensysteme sind bei flüssigen Abfällen bei der PN-Strategie zu berücksichtigen. Es handelt sich um eine Norm aus dem Bereich „Mineralöle“. Diese Norm war Grundlage für die "Langfassung der LAGA PN 2/78K" zur Beprobung flüssiger Abfälle.	Forum-AU: empfohlen
Probenahme von Bodenverbesserungsmitteln und Kultursubstraten	Bodenverbesserungsmittel, Kultursubstrate	DIN EN 12579 (02/2014)	Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Probenahme	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenahme von losem und verpacktem Material</li> <li>- Festlegung von Probenahmezeitpunkt und -menge, Einzel- und Sammelprobenanzahl sowie Probenbeschriftung und -versand</li> </ul>	Die Methode ist beschränkt auf den in der BioAbfV und DüMV genannten Anwendungsbereich. Die Norm beschreibt die Beprobung der Produkte, die auf oder in den Boden eingebracht werden sollen. Sie ist nur anwendbar bei homogenen Produkten. Die Probenahmeverfahren sind nicht konkret, die Probenahmequalitätsziele werden nicht erreicht.	FBU / Forum-AU: geeignet
Geotechnische Erkundung und Untersuchung von Lockergesteinen, Probenbeschreibung, Geotechnische Erkundung und Untersuchung	Boden	DIN EN ISO 14688-1 (11/2020)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung		<ul style="list-style-type: none"> <li>- stellt mit DIN EN ISO 14688-2 die Grundprinzipien für die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (Lockergestein) für bautechnische Zwecke dar</li> </ul>	Die Norm ist nicht im Regelungsbereich der BBodSchV, allerdings Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Geotechnische Erkundung und Untersuchung von Festgestein; Beschreibung von Gesteinsproben sowie an Gebirgsaufschlüssen in der Geotechnik und der Baugeologie	Festgestein	DIN EN ISO 14689 (05/2018)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung; Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundprinzipien für die Benennung und Beschreibung von Gestein und Gebirge auf der Grundlage der mineralogischen Zusammensetzung, genetischer Aspekte, der geologischen Struktur, der Korngröße, der Trennflächen und anderer Kenngrößen</li> </ul>	Die Norm gilt nur für die Geotechnik, sie ist nicht im Regelungsbereich der BBodSchV, allerdings Parameter gemäß FMBA. Sie ist Ersatz für DIN EN ISO 14689-1 (06/2011).	FBU / Forum-AU: geeignet
Geotechnische Erkundung und Untersuchung	Boden	DIN EN ISO 17892-4 (04/2017)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben; Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- labortechnische Bestimmung der Korngrößenverteilung von Bodenproben durch Siebung und/oder Sedimentation</li> <li>- Aräometer- und Pipettenverfahren</li> </ul>	Die Norm ersetzt DIN 18123 (04/2011). Sedimentationsverfahren beeinflussen in der Regel die Stoffgehalte von Bodenproben.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Geotechnische Erkundung und Untersuchung	Boden, Fels	DIN EN ISO 22475-1 (01/2007) (02/2022)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser	BBodSchV	- behandelt Grundlagen für die Entnahme von Proben von Boden, Fels und Grundwasser als Teil des Programms zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung	Die Norm gilt formal nicht für die Gewinnung von Bodenproben für landwirtschaftliche und umweltbezogene Bodenuntersuchungen. Sie ist Ersatz für DIN 4021 und DIN 4022. Sie liefert eine hilfreiche Darstellung der Probenahmegeräte und Beschreibung der Einsatzbereiche für Bodenuntersuchungen. Die in der BBodSchV zitierte DIN EN ISO 22475-1 (01/2007) wurde zurückgezogen und durch die Ausgabe 02/2022 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Flüssige Mineralölerzeugnisse - Manuelle Probenahme	Flüssige und halbflüssige Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 3170 (06/2004)	Flüssige Mineralölerzeugnisse - Manuelle Probenahme	AltöIV	- Manuelle Probenahme	Nur für den Anwendungsbereich der AltöIV mit der Einschränkung für Gesamthalogen und PCB geeignet.	Forum-AU: geeignet
Flüssige Mineralölerzeugnisse - Automatische Probenahme aus Rohrleitungen	Flüssige Mineralölerzeugnisse	DIN EN ISO 3171 (11/2000)	Flüssige Mineralölerzeugnisse - Automatische Probenahme aus Rohrleitungen	AltöIV	- Automatische Probenahme aus Rohrleitungen	Nur für den Anwendungsbereich der AltöIV mit der Einschränkung für Gesamthalogen und PCB geeignet.	Forum-AU: geeignet
Probenahme von Schlämmen verschiedener Konsistenz	Schlamm	DIN EN ISO 5667-13 (08/2011)	Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 13: Anleitung zur Probenahme von Schlämmen	AbfKlärV BioAbfV	- Probenahme von Schlämmen aus unterschiedlichen Anlagen, Aufwerken und Transportfahrzeugen	Methode enthält keine differenzierte Probenahmestrategie. Die Testprobenahme ermöglicht die Berücksichtigung der inhomogenen Stoffverteilung.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme, Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen	Boden	DIN ISO 10381-1 (08/2003)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festlegung von Probeentnahmepunkten, Probenahme-strategie</li> <li>- Vorgehensweise bei der Probenahme, Dokumentation, Qualitätssicherung</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch die DIN ISO 18400-101, DIN ISO18400-104, DIN ISO18400-107 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 18400-101, DIN ISO18400-104, DIN ISO18400-107
Probenahme, Anleitung für Probenahmeverfahren	Boden	DIN ISO 10381-2 (08/2003)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 2: Anleitung für Probenahmeverfahren	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technische Rahmenbedingungen und Durchführungsmöglichkeiten bei der Bodenprobenahme mittels manueller und geräteunterstützter Verfahren</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN ISO 18400-102 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 18400-102
Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	Boden	DIN ISO 10381-4 (04/2004)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 4: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entscheidungshilfen zur Wahl der geeigneten Probenahme-strategie bei land- und forstwirtschaftlichen Fragestellungen</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch ISO 18400-205 ersetzt. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Planung der Probenahme	Boden	DIN ISO 18400-101 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 101: Grundzüge der Vorbereitung und Anwendung eines Probenahmeplans		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anleitung zur Erarbeitung und Dokumentation von Plänen zur Bodenprobenahme in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen</li> </ul>	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben). Die Norm ist eine Weiterentwicklung der entsprechenden Abschnitte der DIN ISO 10381-1.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme, Anleitung für Probenahmetechniken	Boden	DIN ISO 18400-102 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 102: Auswahl und Anwendung von Probenahmetechniken		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung verfügbarer Techniken</li> <li>- Erläuterung der Vor- und Nachteile sowie Anleitungen und Kriterien zur Auswahl von geeigneten Probenahmetechniken in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Randbedingungen</li> </ul>	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben). Die Norm ist eine aktualisierte und ergänzte Nachfolgenorm der DIN ISO 10381-2. Sie gilt nicht für geotechnische Untersuchungen sowie für die Probenahme von Festgesteinen, Bodenwasser und Bodenluft.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenahme, Probenahmestrategien	Boden	DIN ISO 18400-104 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 104: Strategien		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anleitung zum Entwickeln und Anwenden von Strategien zur Bodenprobenahme beim Erfassen von Informationen über durchschnittliche Bodeneigenschaften, die Variabilität von Bodeneigenschaften und die räumliche Verteilung von Bodeneigenschaften</li> </ul>	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben), sie ist Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-1.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Qualitätsmanagement bei der Bodenprobenahme	Boden	DIN ISO 18400-106 (11/2020)	Probenahme - Teil 106: Qualitätskontrolle und Qualitätssicherheit		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgaben zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle für die Bodenprobenahme</li> </ul>	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben), sie ist Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-1.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Dokumentation der Bodenprobenahme	Boden	DIN ISO 18400-107 (11/2020)	Probenahme - Teil 107: Aufzeichnung und Berichtswesen		- Beschreibung der Mindestangaben, die unabhängig vom Zweck der Untersuchung für einen Probenahmebericht erforderlich sind	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Erfassung und Erstuntersuchungen	Boden	DIN ISO 18400-202 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 202: Erfassung		- Anleitung zur Erfassung von Verdachtsflächen - Recherche von Informationen und Erstbewertung	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben), sie ist Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-5. Die Norm ist eine wichtige Grundlage für die Probenahmeplanung.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Untersuchung von kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen	Boden	DIN ISO 18400-203 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 203: Untersuchungen kontaminationsverdächtiger Flächen		- Anleitung zur Untersuchung von kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen	Es handelt sich um eine Guideline-Norm (keine konkreten Verfahrensvorgaben), sie ist Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-5.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	Boden	ISO 18400-205 (10/2018)	Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Untersuchungen natürlicher, naturnaher und kultivierter Standorte		- Beschreibung von Untersuchungs- und Probenahmeverfahren zur Bestimmung der Bodenqualität von natürlichen, naturnahen und kultivierten Standorten	Die Struktur ähnelt im Allgemeinen der der ISO 18400-203, die Leitlinien für die Untersuchung von kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen bietet.	FBU: geeignet

Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme im Rahmen der Prüfung zur stofflichen oder energetischen Verwertung bzw. zur Beseitigung	feste und stichfeste Abfälle, abgelagerte Materialien	Handlungshilfe LAGA PN 98 (05/2019)	Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)	ErsatzbaustoffV	- Konkretisierung der LAGA PN 98		FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenahme im Rahmen der Prüfung zur stofflichen oder energetischen Verwertung bzw. zur Beseitigung	feste und stichfeste Abfälle, abgelagerte Materialien	LAGA-Mitteilung 32 (LAGA PN 98) (05/2019)	LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/ Beseitigung von Abfällen	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	- Feststoffcharakterisierende Probenahme - Hot-Spot-Probenahme - Volumen-/ Massenabhängige Probenahme - sortenreine Probenahme - Probenvorbehandlung	Die LAGA PN 98 ist ungeeignet für nicht stichfeste und flüssige Materialien. Konkretisierungen finden sich in der „Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA PN 98“.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenahme von Bodenverbesserungsmitteln und Substraten	Dünge- und Bodenverbesserungsmittel, Oberboden- und Kultursubstrate	Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Bodenverbesserungsmittel und Substrate 5. Auflage (09/2006)	Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Bodenverbesserungsmittel und Substrate 5. Auflage (09/2006)	BioAbfV	- Beschreibung der Probenahme von festen Stoffen aus gelagertem, bewegtem und verpacktem Gut - Herstellung und Verjüngung von Sammelproben	Verweis in der BioAbfV auf das Methodenbuch <u>nur</u> für die Bestimmung des Anteils an Steinen und Fremdstoffen. Nur für den Anwendungsbereich der BioAbfV und DüMV geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Untersuchung landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Flächen, Entnahme, Transport und Aufbereitung von Proben	Boden	VDLUFA-Methodenbuch, Band 1, Böden, Abschnitt A1: Entnahme, Transport und Aufbereitung von Proben	VDLUFA-Methodenbuch, Band 1, Böden, Abschnitt A1: Entnahme, Transport und Aufbereitung von Proben		- Beschreibungen der Vorgehensweisen für bestimmte Untersuchungen und für bestimmte Standorttypen	Die Methode ist nicht im Regelungsbereich der BBodSchV, allerdings Parameter gemäß FMBA. Sie hat überwiegend den Stand 1997.	FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.1-1: Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung bei Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Abfallprobenahme am Entstehungsort; Abfallprobenahme am Ort der Verwertung	Abfall	VersatzV Anlage 3 Nr. 1.1 Probenahme	VersatzV: Anlage 3 (zu § 4 Abs. 4) Probenahme und Analytik	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgaben zu Probenahmeverfahren</li> <li>- Probenahme des zu verwertenden Abfalls am Entstehungsort (z. B. Industrie-, Aufbereitungsanlage)</li> <li>- Probenahme im Zusammenhang mit der Kontrolle des angelieferten Abfalls am Ort der Verwertung</li> </ul>	Die Regelungen enthalten keine konkreten Handlungsempfehlungen oder Hinweise zum Probenahmeverfahren.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch LAGA PN 98

## II.1.2 PROBENAHMEPLANUNG, PROBENAHME BEI GRUND- UND SICKERWASSER

Die Grundwasserbeschaffenheit ist eine wesentliche Kenngröße zur Beurteilung der Auswirkung von schädlichen Bodenveränderungen über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser, aber auch zur Beurteilung möglicher nachteiliger Veränderungen durch den Wiedereinbau von Böden oder Einbau von Ersatzbaustoffen auf und in den Boden.

Wie beim Feststoff müssen Untersuchungen von Grundwasser und von Sickerwasser sorgfältig geplant werden. Auch bei der Wasserprobenahme sind die allgemeinen Grundlagen zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen und -techniken genormt (u. a. DIN EN ISO 5667-1), auch wenn die BBodSchV diese nicht zitiert.

Ähnlich der Feststoffprobenahme ist bei der Wasserprobenahme die Qualitätssicherung bei verschiedenen Arbeitsschritten zu beachten. Neben der technischen Gewinnung von Grundwasserproben über regelbare Unterwassertauchpumpen mit Steigleitungen, Probenahme-Bypass und Messzellen aus z. B. Grundwassermessstellen oder von Sickerwasser mit der Saugkerzen-Methode, erfolgen auch Vor-Ort-Messungen und das untersuchungsparameterbezogene Abfüllen der Proben in spezielle Probengefäße (u. a. mit Stabilisierung und Konservierung). Eine der Besonderheiten der Probenahme von Grundwasser und Sickerwasser ist, dass vor Ort bei der Probenahme anlassbezogen schnell veränderliche Parameter gemessen werden müssen (z. B. Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential, Säuren- und Basenkapazität). An diese Messungen müssen die für Laboratorien geltenden Maßstäbe der analytischen Qualitätssicherung gelegt werden, die von den Probenehmern ausgeführt und beherrscht werden müssen. Dementsprechend umfangreich ist auch die Dokumentation der Probenahme u. a. mit Angaben zu Probenahmezeitpunkt, Entnahmestelle, Vorgehensweise, Vor-Ort-Messungen, Organoleptik, Abfüllung, Konservierung, Stabilisierung, Ergebnisunsicherheit, Übergabezeitpunkt an das Labor.

Tabelle II.1-2: Probenahmeplanung, Probenahme bei Grund- und Sickerwasser

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Grundwasserprobenahme	Wasser	DIN 38402-13 (12/2021)	DEV - Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser (A 13)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitlinien für die Planung und Durchführung von Grundwasserprobenahmen</li> <li>- Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit</li> <li>- Erkennung und Beurteilung von Grundwasser- verunreinigungen</li> <li>- Bewirtschaftung von Grundwasservorkommen</li> <li>- Schutz- und Sanierungsmaßnahmen</li> </ul>	Gegenüber der Version von 1985 wurde der Inhalt erheblich konkretisiert und erweitert, u.a. um wesentliche Aspekte der Probenahmestrategie und Probenahmeplanung. Parameter gemäß FMBA.	FBU: empfohlen
Probenahme aus Grundwassermessstellen	Wasser	DVGW W 112 (10/2011)	Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen</li> <li>- von der Planung und Vorbereitung der Probenahme bis zur Auswertung und Dokumentation</li> </ul>	Der Anwendungsbereich ist eingeschränkt gegenüber der neuen Fassung der DIN 38402-13. Parameter gemäß FMBA.	FBU: empfohlen

Tabelle II.1-2: Probenahmeplanung, Probenahme bei Grund- und Sickerwasser

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Sickerwasserprobenahme, in situ-Erfassung von Bodenwasser	Wasser	DWA-M 905 (05/2012)	Merkblatt DWA-M 905 - Gewinnung von Bodenlösung - Beprobungssysteme und Einflussgrößen (05/2012)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über verfügbare Beprobungssysteme (u. a. Saugkerzen) und ihre Eignung für Untersuchungen in der ungesättigten Zone bis in eine maximale Tiefe von ca. 2 bis 3 m unter Geländeoberkante (keine Verfahrensbeschreibung der einzelnen Methoden)</li> <li>- Beschreibung der Möglichkeiten und Grenzen der in situ-Erfassung des Bodenwassers</li> </ul>	Das Merkblatt wurde gem. DWA im Jahr 2022 fachlich auf Aktualität geprüft. Parameter gemäß FMBA.	FBU: geeignet
Wasserbeschaffenheit - Probenahme, Probenahmeplanung	Wasser	DIN EN ISO 5667-1 (04/2023)	Wasserbeschaffenheit - Probenahme; Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken		<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt die Anwendungsbereiche der anderen Teile der Normenreihe ISO 5667</li> <li>- allgemeine Grundlagen für alle Aspekte der Probenahme von Wasser, Abwasser, Schlämmen, suspendierten Stoffen und Sedimenten</li> </ul>	Die Ausgabe 04/2007 wurde ersetzt durch die Ausgabe 04/2023. Parameter gemäß FMBA. Die Norm enthält keine detaillierten Anweisungen für besondere Probenahmegegebenheiten.	FBU / Forum-AU: empfohlen

---

### II.1.3 PROBENAHMEPLANUNG, PROBENAHME BEI BODENLUFT

Die Probenahme und Untersuchung von Bodenluft wird u. a. zur Erkundung von Bodenkontaminationen durch leichtflüchtige Substanzen, aber auch zur Ermittlung von Gasmigrationen in Böden, z. B. Deponiegasen, verwendet.

Es handelt sich um kostengünstige, aber zum Teil technisch aufwändige Probenahmeverfahren, die auf luftdurchlässiges Lockergestein beschränkt sind. Die Ergebnisunsicherheit von Bodenlufterkundungen ist allgemein sehr hoch, die Reproduzierbarkeit dagegen sehr gering.

Bodenluftuntersuchungen können durch Probenahme und Laboranalytik, aber auch direkt vor Ort mit Prüfröhrchen oder direktanzeigenden Gasmessgeräten (z. B. PID, FID) erfolgen.

Es darf nicht davon ausgegangen werden, dass Bodenluftgehalte mit Feststoffgehalten korrelieren, da in der Regel keine Gleichgewichtsbedingungen vorliegen und die Bodenluft dynamischen Prozessen unterliegt.

Die Untersuchungsergebnisse von Bodenluft haben orientierenden Charakter. Zur Beurteilung eines konkreten Handlungsbedarfs in der Vollzugspraxis des Bodenschutzes bedarf es ergänzender Erkenntnisse. Insbesondere bedürfen Ergebnisse, die gemäß § 10 Absatz 3 BBodSchV keine Anhaltspunkte für das Ausbreiten von flüchtigen Schadstoffen erkennen lassen, einer Plausibilitätsprüfung.

Tabelle II.1-3: Probenahmeplanung, Probenahme bei Bodenluft

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Messen von Deponiegasen	Deponiegas	VDI 3860-4 (06/2012)	Messen von Deponiegasen - Messungen im Untergrund	BBodSchV	- Messen von Deponiegasen - Messungen im Untergrund		FBU: empfohlen
Probenahme Bodenluft	Bodenluft	VDI 3865-1 (06/2005)	Messen organischer Boden- verunreinigungen - Messpla- nung für die Untersuchung der Bodenluft auf leichtflüchtige organische Verbindungen	BBodSchV	- Hinweise zur Messplanung und -strategie für den Einsatz von Bodenluftunter- suchungen		FBU: empfohlen
Probenahme Bodenluft	Bodenluft	VDI 3865-2 (01/1998)	Messen organischer Boden- verunreinigungen - Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben	BBodSchV	- Beschreibung verschiedener Verfahren zur Gewinnung von Bodenluftproben	Zu beachten ist, dass die in der Richtlinie vorgestellten Verfah- ren Konventionsverfahren sind und die mit unterschiedlichen Entnahmeverfahren gewonne- nen Ergebnisse nicht unmittel- bar vergleichbar sind.	FBU: empfohlen

## II.2 SCHNELLANALYSENMETHODEN UND VOR-ORT-VERFAHREN

Die Anwendung von Vor-Ort-Verfahren ermöglicht eine größere Untersuchungsdichte und durch eine gezielte Laborprobenauswahl eine höhere Effizienz von Probenahmen. Konzentrationsschwerpunkte (Hot-Spots) oder Grenzen belasteter Bereiche können schneller und genauer erkannt werden. Eine ausschließliche Beurteilung anhand von Vor-Ort-Untersuchungsergebnissen birgt jedoch das Risiko, dass Schadstoffpotenziale deutlich über- oder unterschätzt werden, woraus falsche Rückschlüsse für das Schadstoffinventar gezogen werden könnten.

Elementbestimmung mittels mobiler RFA	
Prinzip	Atome emittieren nach Anregung mit energiereicher Strahlung (Elektronen-, Teilchen-, Röntgen-, Gammastrahlung) charakteristische Röntgenfluoreszenzstrahlung (Gesetz von Moseley)
Techniken	Handgeräte basieren auf energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA), bei der die emittierte Fluoreszenzstrahlung mittels Detektor und Vielkanalanalysatorkopplung nach ihrer Energie zerlegt wird. Die Peaklage dient der Elementidentifizierung, die Peakhöhe der Quantifizierung. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterscheidung handgehaltener Geräte nach Art der Anregung zwischen Radionuklidquellengeräten und Röntgenröhrengeräten</li> </ul>
Probenvorbereitung	Die Messungen erfolgen punktförmig an der Oberfläche der Probe mit (abhängig vom Probenmaterial) geringer Eindringtiefe (typisch sind 0,1 mm). Eine verbesserte Präzision wird durch Trocknung und Mahlen des Probenmaterials erreicht (Homogenisierung).
Leistungsvermögen	Mit handgehaltenen Geräten werden Nachweisgrenzen für die in den Verordnungen aufgelisteten Elemente von < 100 mg/kg, für einige (u. a. Blei, Cadmium, Quecksilber) von ca. 10 mg/kg erreicht. Es sind, ohne Evakuierung der Probe, Elemente von Schwefel (OZ 16) bis Uran (OZ 92) bestimmbar.
	Handgeräte verwenden typischerweise eine vom Hersteller festgelegte Kalibration, die anhand von Referenzproben überprüft werden sollte. Bei nicht aufbereiteten Proben können wegen heterogener Matrix und inhomogener Stoffverteilung erhebliche Bestimmungsfehler auftreten. Störungen treten bei Spektrallinieninterferenzen auf, wenn im Energiebereich der $K\alpha$ -Linie des zu bestimmenden Elements die $K\beta$ oder $L\alpha$ -Linie eines anderen Elementes liegt (Beispiel Arsen-Blei).
Bedienung und Auswertung	Für eine sachgerechte Bedienung und Interpretation ist eine ausgewiesene Fachkompetenz erforderlich.
Umgangsgenehmigung	Der Betrieb der Geräte ist nach Röntgenverordnung (RöV) genehmigungspflichtig. Der Betreiber muss einen entsprechenden Fachkundenachweis (Strahlenschutzbeauftragter) besitzen. Der Einsatz an anderen Standorten als an dem Genehmigungsort bedarf der Zustimmung der jeweiligen zuständigen Behörde. Eine Zulassung im gesamten Geltungsbereich der RöV ist möglich. Der Einsatz muss dann nur der am Einsatzort zuständigen Behörde angezeigt werden.

Justitiable Untersuchungsergebnisse sind nur mit konventionellen Laboranalysen zu erhalten. Eine Kombination von Vor-Ort-Verfahren mit Laboranalysen erlaubt dagegen eine genauere Charakterisierung des Schadstoffinventars und ist gerade bei größeren Projekten sinnvoll.

Ein Anwendungsbeispiel ist die Detektion von Brom (Br) und Antimon (Sb) in Kunststoffen, Klärschlämmen und anderen Materialien mit Hilfe der mobilen RFA. Gleichzeitig auftretende erhöhte Gehalte von Antimon und Brom in einem bestimmten Verhältnis sind ein deutlicher Hinweis auf eine Belastung mit PBDE. Gehalte auffälliger Proben können anschließend mit der entsprechenden Referenzmethode bestimmt werden.

#### [Schnelleluat gemäß DIN 19902](#)

Das im Rahmen eines LFP-Projektes erarbeitete Schnelleluationsverfahren gemäß DIN 19902 eignet sich als Vor-Ort-Elutionsverfahren zur Ermittlung der mobilisierbaren anorganischen Stoffanteile. Das Verfahren erreicht bereits nach einem nur 30 Minuten dauernden Elutionsprozess Elementkonzentrationen im Eluat, die mit dem Verfahren gemäß DIN EN 12457-4 vergleichbar sind. Die Validierung erfolgte mit drei verschiedenen Materialtypen (RC-Baustoff, Stahlwerksschlacke, HVM-Asche). Denkbar wäre ein Einsatz des Verfahrens z. B. bei Deponieeingangskontrollen (Identifikationsanalyse) oder bei Einbaukontrollen zum Screening größerer Materialmengen.



## II.3 PROBENVORBEREITUNG

### II.3.1 PROBENKONSERVIERUNG, -TRANSPORT, -LAGERUNG

Tabelle II.3-1: Probenkonservierung, -transport, -lagerung

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenkonservierung Boden	Boden	DIN ISO 18512 (03/2009)	Bodenbeschaffenheit - Anleitung für die Lang- und Kurzzeitlagerung von Bo- denproben		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anleitung für die Lang- und Kurzzeitlagerung von Bodenproben für Laborbestimmungen</li> <li>- Vorbereitung für die Analyse nach der Lagerung</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU: empfohlen
Probenkonservierung Wasser	Wasser	DIN EN ISO 5667-3 (07/2019)	Wasserbeschaffenheit - Probenahme; Teil 3: Kon- servierung und Handha- bung von Wasserproben	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festlegung von allgemeinen Anforderungen für die Probenahme, Konservierung, Handhabung, den Transport und die Lagerung aller Wasserproben einschließlich derer für biologische Untersuchungen</li> </ul>		FBU: empfohlen
Probenstabilisierung von leichtflüchtigen Komponenten in Feststoffen (LHKW, BTEX, MTBE) durch Überschichtung	Boden	DIN EN ISO 22155 (07/2016)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung flüchtiger aromatischer Kohlenwas- serstoffe, Halogenkohlen- wasserstoffe und ausge- wählter Ether; Statisches Dampfraum-Verfahren		<ul style="list-style-type: none"> <li>- u. a. Vorgaben zur Probenahme, Konservierung und Vorbehandlung von Proben zur Bestimmung von flüchtigen Verbindungen</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU: empfohlen

## II.3.2 PROBENVORBEREITENDE TECHNIKEN

Tabelle II.3-2: Probenvorbereitende Techniken (Trocknungsverfahren)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Vorbehandlung von Proben durch Gefriertrocknung	Boden, Schlamm, Sediment	DIN EN ISO 16720 (06/2007)	Bodenbeschaffenheit - Vorbehandlung von Proben durch Gefriertrocknung für die anschließende Analyse		- Festlegung von Verfahren zur Vorbehandlung von Proben durch Gefriertrocknung für die anschließende Analyse	Die Methode dient der längeren Konservierung von Proben.	FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.3.3 BESTIMMUNG ALLGEMEINER PARAMETER (TROCKENMASSE ETC.)

Tabelle II.3-3: Bestimmung allgemeiner Parameter (Trockenmasse etc.)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Feuchtigkeitsgehalt	Holz	DIN 52183 (11/1977)	Prüfung von Holz; Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes	AltholzV	- Feuchtegehaltbestimmung von Hölzern - Trocknen bei 103 °C zur Gewichtskonstanz	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 13183-1
Feuchtigkeitsgehalt	Holz	DIN EN 13183-1 (07/2002)	Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz - Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren		- Feuchtegehaltbestimmung von Hölzern		FBU / Forum-AU: geeignet
Trockenrückstand, Feuchtigkeitsgehalt, Laborschüttdichte	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13040 (01/2008)	Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Probenherstellung für chemische und physikalische Untersuchungen, Bestimmung des Trockenrückstands, des Feuchtigkeitsgehaltes und der Laborschüttdichte	BioAbfV	- Routineverfahren für die Herstellung einer Probe von Bodenverbesserungsmitteln oder Kultursubstraten vor der chemischen und der physikalischen Untersuchung		FBU / Forum-AU: geeignet
Trockenrückstand, Wassergehalt	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-2 (11/1985)	DEV - Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes bzw. der Trockensubstanz (S 2)	VersatzV	- Trocknen bei 105 ± 2 °C - grav. Bestimmung des Trockenrückstandes	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 12880 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15934
Trockenrückstand, Wassergehalt	Abfall	DIN EN 14346 (03/2007)	Charakterisierung von Abfällen - Berechnung der Trockenmasse durch Bestimmung des Trockenrückstandes oder des Wassergehaltes	BBodSchV DepV	- Verfahren A: Trocknung bei 105 °C und grav. Bestimmung - Verfahren B: Azeotrope Destillation mit Toluol	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15934

Tabelle II.3-3: Bestimmung allgemeiner Parameter (Trockenmasse etc.)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Trockenrückstand, Wassergehalt	Schlamm, Bioabfall, Boden, Abfall	DIN EN 15934 (11/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall - Berechnung des Trockenmassenanteils nach Bestimmung des Trockenrückstands oder des Wassergehalts	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren A: Trocknung bei 105 °C und grav. Bestimmung</li> <li>- Verfahren B: Direkte Karl-Fischer-Titration</li> </ul>	Der Anwendungsbereich bezieht sich auf Proben mit einem Trockenrückstand oder einem Wassergehalt von mehr als 1 % (Massenanteil).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Trockenrückstand, Wassergehalt	Boden	DIN ISO 11465 ( <del>12/1996</del> )	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse - Gravimetrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocknung bei 105 °C und grav. Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehaltes</li> </ul>	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15934

### II.3.4 MECHANISCHE 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, Probenvorbehandlungs- und Probenvorbereitungsschritte. Eine fehlerhafte Ausführung dieser Arbeitsschritte kann chemische, physikalische oder biologische Prüfmethode 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 Referenzmethode empfohlenen 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 Merkmals erfassung 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 Untersuchungsmethoden 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 [Probenvorbehandlung](#) 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. Im Rahmen der Probenvorbereitung wird i. d. R. nur eine Teilprobe aufgearbeitet. Teilweise werden organische Bestandteile, wie beispielweise Wurzeln, Kunststoffteile oder Metallpartikel (z. B. Bleischrot, Kupferstücke) entfernt. Es werden Untersuchungen nur an Teilproben und Teilfraktionen (z. B. < 2 mm, < 63 µm) durchgeführt. Für die Bewertung kann dies von ausschlaggebender Bedeutung sein. Deshalb ist die Dokumentation und Weitergabe dieser Informationen in Form des Probenbegleitprotokolls (gemäß DIN 19747) unerlässlich.

Letztlich sind im Rahmen der [Probenaufarbeitung](#) die Arbeitsschritte im Labor durchzuführen, die erforderlich sind, um die Analysenproben für die verschiedenen Untersuchungsaufgaben herzustellen. In den Tabellen des Unterkapitels II.3 sind die Teilschritte der Probenvorbereitung, wie Probenteilung/-zerkleinerung (mechanische Probenvorbereitung), Aufschluss und Elution dargestellt.

#### [Siebschnitte/Endfeinheiten, Vor-/ Kontrollsiebung](#)

Ein Schritt im Rahmen der Probenvorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung ist die Siebung. Hierbei werden je nach Verordnung sowohl für die Vorsiebung, als auch für die Kontrollsiebung sehr unterschiedliche Korngrößen gefordert. Darauf ist sowohl bei der Probenbearbeitung als auch bei der späteren Bewertung sorgfältig zu achten. Eine Nichtbeachtung durch z. B. zu langes Mahlen führt ggf. zu erheblichen Abweichungen in den Messergebnissen.

Tabelle II.3-4: Mechanische Probenvorbereitung

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Bestimmung der Bodenart	Boden	DIN 19682-2 (07/2014)	Bodenbeschaffenheit; Felduntersuchungen - Teil 2: Bestimmung der Bodenart	AbfKlärV		Parameter gemäß FMBA.	FBU: empfohlen
Bestimmung der Korngrößenverteilung	Boden	DIN EN ISO 17892-4 (04/2017)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung	BBodSchV	- labortechnische Bestimmung der Korngrößenverteilung von Bodenproben durch Siebung und/oder Sedimentation - Aräometer- und Pi-pettenverfahren	Die Norm ersetzt DIN 18123 (04/2011). Sedimentationsverfahren beeinflussen in der Regel die Stoffgehalte von Bodenproben.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Bestimmung der Korngrößenverteilung	Boden	DIN ISO 11277 <del>(08/2002)</del>	Bodenbeschaffenheit; Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden - Verfahren mittels Siebung und Sedimentation	BBodSchV		Die DIN-Norm wurde zurückgezogen, derzeit erfolgt eine Überarbeitung auf ISO-Ebene.	FBU: geeignet
Einengen von Laboratoriumsproben von Gesteinskörnungen zu Messproben	Gesteinskörnungen	DIN EN 932-2 (03/1999)	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 2: Verfahren zum Einengen von Laboratoriumsproben	ErsatzbaustoffV	- Verfahren zum Einengen / Aliquotieren von Laboratoriumsproben (Gesteinskörnungen) - Teilungstechniken	Norm ist für die Prüfung allgemeiner Eigenschaften von Gesteinskörnungen ausgelegt, nicht auf die Untersuchung chemischer Parameter. Sollte nur in Kombination mit DIN 19747 angewandt werden.	Forum-AU: geeignet
Herstellung der Laborprobe und Probenvorbereitung für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen	Altholz	AltholzV Anhang IV Nrn. 1.2 und 1.3	Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung - AltholzV)	AltholzV	- Hinweise zum Homogenisieren, Reduzieren, Zerkleinern und Trocknen	Verfahren beinhaltet keine inhaltsstoffspezifische Probenvorbereitung. Dies führt u. a. zu systematischen Fehlern bei der Probenvorbereitung leicht flüchtiger Verbindungen.	Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 19747

Tabelle II.3-4: Mechanische Probenvorbereitung

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten; Probenbeschreibung	Boden	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5 („KA5-kurz“, 2009)	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz - Auszug aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5 (2009)	BBodSchV ErsatzbaustoffV		Es gibt keinen Unterschied zur KA5. Die zu erfassende Merkmalsanzahl ist auf den Vollzug des BBodSchG ausgelegt.	FBU: empfohlen
Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten; Probenbeschreibung	Boden	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5, 2005)	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5, 2005)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung der Bodenart</li> <li>- Korngrößenverteilung durch Ansprache im Gelände durch Fingerprobe</li> </ul>	Die Ansprache im Gelände durch Fingerprobe ist auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht immer einsetzbar. Je nach Fragestellung ist „KA5-kurz“ ausreichend.	FBU: empfohlen
Probenahme fester Brennstoffe	Altholz	DIN 51701-3 (08/1985) (09/2006)	Prüfung fester Brennstoffe - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 3: Durchführung der Probenvorbereitung	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung einer Laborprobe mit geeigneten Probeteilern mit Aufkegeln und Vierteln</li> <li>- Zerkleinern, Mischen, Teilen von festen Brennstoffen, insbesondere von Braun- und Steinkohle sowie von Briketts und Koks</li> </ul>	Norm enthält ungeeignete Techniken zur Untersuchung umweltrelevanter Parameter.	Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 19747
Probenbehandlung von Abfällen (Konservierung, Transport, Lagerung)	Abfall	VersatzV Anlage 3 Nr. 1.2 Probenbehandlung	Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung - VersatzV)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Trocknen</li> </ul>	Verfahren enthält zu stark differenzierte, unübliche Probenvorbereitungsschritte.	Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 19747



Tabelle II.3-4: Mechanische Probenvorbereitung

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Probenvorbehandlung, Probenvorbereitung und Probenaufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen von Feststoffproben	Feststoffe, wie z. B. Böden, bodenähnliche Materialien, Sedimente, Abfälle (monolithische, körnige, pastöse Materialien), stichfeste Schlämme	DIN 19747 (07/2009)	Untersuchung von Feststoffen; Probenvorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen	AbfKlärV BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenvorbehandlung, Probenvorbereitung und Probenaufarbeitung von Feststoffproben</li> <li>- vorbereitende Schritte an der Feldprobe</li> <li>- Arbeitsschritte zur Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)</li> <li>- Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)</li> <li>- Probenaufarbeitung (von der Prüf- zur Messprobe)</li> </ul>	DIN 19747 schließt lückenlos an die LAGA PN 98 an und komplettiert die Vorgehensweisen zwischen Probenahme und Analytik. Sie beinhaltet alle in untergesetzlichen Regelwerken und Regelungen geforderten Schritte der Probenvorbereitung.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Probenvorbereitung von unbehandelten, vorbehandelten und behandelten Bioabfällen	Bioabfall	BioAbfV Anhang 3 Nr. 1.2 Probenvorbereitung	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV)	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anhang 3 der BioAbfV "Vorgaben zur Analytik" enthält u.a. Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Sieben und Trocknen</li> </ul>	Für die in der BioAbfV beschriebenen Anwendungsbereiche geeignet.	Forum-AU: geeignet

---

## II.3.5 CHEMISCHE PROBENVORBEREITUNG

---

### II.3.5.1 EXTRAKTIONS- UND AUFSCHLUSSVERFAHREN

Da bei Untersuchungen auf umweltrelevante Elemente in der Regel nicht der Gesamtgehalt von Interesse ist sondern ihre maximal mögliche Freisetzung, wird für die Ermittlung von Elementgehalten in Abfällen in fast allen Fällen eine Bestimmung der mit Königswasser löslichen bzw. extrahierbaren Elementgehalte vorgenommen. Der hierfür eingesetzte Königswasseraufschluss ist z. B. in der Referenzmethode DIN EN ISO 54321 beschrieben. Die DIN EN ISO 54321 wurde als horizontale Norm als Zusammenfassung der ISO 11466, der DIN EN 13657 und DIN EN 16174 im April 2021 veröffentlicht.

Die Validierungsringversuche zur DIN EN ISO 54321 bzw. der Vorgängernorm 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 je nach Matrix u. a. für die Elemente Aluminium, Barium, Chrom, Silizium und Titan dokumentiert.

Nur für geologische Untersuchungen kann zur Bestimmung von Totalgehalten der Elemente ein Totalaufschluss gemäß EN 13656 notwendig sein. Dazu wird ein Säuregemisch aus HF bzw.  $\text{HBF}_4/\text{HNO}_3/\text{HCl}$  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. Da die Verwendung von Flusssäure besondere Arbeitsschutzmaßnahmen erfordert, sind Totalaufschlussverfahren in Routinelaboratorien für den Umweltbereich unüblich.

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

Tabelle II.3-5: Extraktions- und Aufschlussverfahren

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Alkalischer Aufschluss; Extrakt für Cr(VI)	Abfall, Boden	DIN EN ISO 15192 (01/2022)	Boden und Abfall - Be- stimmung von sechs- wertigem Chrom in Feststoffen durch alka- lischen Aufschluss und Ionenchromatographie mit photometrischer Detektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkalischer Aufschluss zur Bestimmung von Chrom (VI) in Abfall und Böden</li> <li>- Mahlen &lt; 250 µm</li> <li>- Extraktion mittels NaOH- und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung in der Hitze</li> </ul>	Die Methode ist nicht geeignet für Klärschlämme und andere oxidierende oder reduzierende Matrices. Gemäß DIN EN ISO 15192 heißt es: "Im Falle einer reduzierenden oder oxidierenden Abfallmatrix kann kein gültiger Cr(VI)-Gehalt berichtet werden." Parameter gemäß FMBA.	FBU: geeignet
Aufschluss mit Salzsäure, Salpetersäure und Tetrafluor- borsäure bzw. Flusssäure	Boden, Bioabfall, Schlamm, Abfall	DIN EN 13656 (07/2021)	Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm und Abfall - Aufschluss mit einem Gemisch aus Salzsäure (HCl), Salpe- tersäure (HNO <sub>3</sub> ) und Tetrafluorborsäure (HBF <sub>4</sub> ) oder Fluorwas- serstoffsäure (HF) für die anschließende Be- stimmung der Elemente		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Totalaufschluss von Böden und Abfall</li> <li>- Verfahren A: KW-Aufschluss unter Zusatz von HBF<sub>4</sub> im Heizblock (105 °C, 2h)</li> <li>- Verfahren B: KW-Aufschluss unter Zusatz von HBF<sub>4</sub> in der Mikrowelle bei 175 °C</li> <li>- Verfahren C: KW-Aufschluss unter Zusatz von HF mit leistungsgeregelter Mikrowelle bis 500 W</li> </ul>	Es handelt sich um ein Spezialverfahren. Der Einsatz von HBF <sub>4</sub> anstatt HF und Aufschluss im Heizblock mit Kunststoffröhrchen sollte nur in Sonderfällen eingesetzt werden! Ergebnisse sind nicht mit Königswasseraufschluss vergleichbar.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.3-5: Extraktions- und Aufschlussverfahren

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Königswasser- aufschluss	Schlämme, Sedimente	DIN 38414-7 ( <del>11/1983</del> )	DEV - Aufschluss mit Königswasser zur nach- folgenden Bestimmung des säurelöslichen An- teils von Metallen (S7)	VersatzV	- Königswasser-aufschluss von Schlämmen und Sedimenten - Königswasser-aufschluss nach verschiedenen Verfah- ren	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Nor- mungsgremium durch DIN EN 13346 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 54321
Königswasser- aufschluss	Schlamm	DIN EN 13346 (04/2001)	Charakterisierung von Schlämmen - Bestim- mung von Spurenele- menten und Phosphor - Extraktionsverfahren mit Königswasser	AbfKlärV	- Königswasser-aufschluss von Schlämmen		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 54321
Königswasser- aufschluss	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13650 (01/2002)	Bodenverbesserungs- mittel und Kultursub- strate - Extraktion von in Königswasser lösli- chen Elementen	BioAbfV	- Königswasser-aufschluss von Bodenverbesserungsmitteln und Kultursubstraten		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 54321
Königswasser- aufschluss	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen - Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	- Königswasser-aufschluss von Abfällen - KW-Aufschluss mit Mikrowel- le als Druckaufschluss (Ver- fahren A) - KW-Aufschluss mit Mikrowel- le (Verfahren B); Thermo- ischer KW-Aufschluss im of- fenen Gefäß (Verfahren C)		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 54321
Königswasser- aufschluss	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	DIN EN 16174 ( <del>11/2012</del> )	Schlamm, behandelte Bioabfall und Boden - Aufschluss von mit Kö- nigswasser löslichen Anteilen von Elementen	AbfKlärV BBodSchV	- Königswasser-aufschluss von Böden, Bioabfällen und Klär- schlämmen - Teil A: offener KW- Aufschluss - Teil B: KW- Mikrowellendruckaufschluss (175 °C; 10 min)	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Nor- mungsgremium durch DIN EN ISO 54321 ersetzt, ist allerdings weiterhin geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.3-5: Extraktions- und Aufschlussverfahren

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Königswasser- aufschluss	Boden, Bioabfall, Schlamm, Abfall	DIN EN ISO 54321 (04/2021)	Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm und Abfall - Aufschluss von mit Königswasser lösli- chen Anteilen von Ele- menten		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasser-aufschluss von Böden und Abfall</li> <li>- KW-Aufschluss offen unter Rückfluss (Verfahren A1)</li> <li>- KW-Aufschluss offen im Kunststoffröhrchen im Heizblock (Verfahren A2)</li> <li>- KW-Aufschluss geschlossen in der Mikrowelle mit Temperaturregelung (Verfahren B1)</li> <li>- oder in der Mikrowelle mit Leistungsregelung (Verfahren B2)</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Königswasser- aufschluss	Abfall, Boden	E-DIN EN 13657 ( <del>10/1999</del> )	Charakterisierung von Abfällen - Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasser-aufschluss von Abfällen</li> <li>- KW-Aufschluss mit Mikrowelle als Druckaufschluss (Verfahren A)</li> <li>- KW-Aufschluss mit Mikrowelle (Verfahren B)</li> <li>- Thermischer KW-Aufschluss im offenen Gefäß (Verfahren C)</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 13657 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 54321
Salpetersäure- aufschluss	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	DIN EN 16173 (11/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Aufschluss von mit Sal- petersäure löslichen Anteilen von Elementen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salpetersaurer Aufschluss von Böden, Bioabfällen und Klärschlämmen</li> <li>- Salpetersäure-Mikrowellendruckaufschluss (175 °C; 10 min)</li> </ul>	Es handelt sich um ein Spezialverfahren und kann nur eingesetzt werden, wenn explizit der mit Salpetersäure extrahierbare Anteil ermittelt werden soll.	FBU / Forum-AU: geeignet

### II.3.5.2 ELUTIONS- UND PERKOLATIONSVERFAHREN

Elutions- und Perkolationsverfahren wurden entwickelt, um den Einfluss des zu beurteilenden Feststoffes (Boden und Abfall) auf das Grund- und Oberflächenwasser abzuschätzen oder die darin enthaltenen Schadstoffe für Pflanzen oder den Menschen zu ermitteln. Aufgrund der komplexen Prozesse, die in der Umwelt zu Schadstoffverfrachtungen führen können, sind die genannten Laborverfahren durch die notwendigen Vereinfachungen im Verhältnis zu den Feldbedingungen als eine Annäherung zu betrachten (siehe auch III.2).

Elutionsverfahren im Labor werden unterschieden in Verfahren zur grundlegenden Charakterisierung und Verfahren zur Übereinstimmungsuntersuchung. Für die grundlegende Charakterisierung granularer Feststoffe eignen sich Säulenperkulationsverfahren (DIN 19528) und für Feststoffe mit monolithischem Charakter mehrstufige Trogverfahren mit regelmäßigem Austausch des Eluenten (DIN EN 15863), die Informationen über das langfristige Elutionsverhalten von Feststoffen liefern. Verfahren zur Übereinstimmungsuntersuchung werden zur Feststellung genutzt, ob der zu untersuchende Feststoff spezifische Beurteilungswerte einhält und können auch zur Güteüberwachung eingesetzt werden. Als Elutionsverfahren für die Übereinstimmungsuntersuchung granularer Feststoffe können einstufige Schütteltests (DIN 19529, DIN EN 12457-4) aber auch das verkürzte Säulenperkulationsverfahren beim bewertungsrelevanten Wasser-/Feststoffverhältnis (W/F) (DIN 19528, DIN EN 17516) angewendet werden.

Das einstufige Trogverfahren DIN EN 1744-3, das sich auf ein W/F bezieht, gilt als nicht mehr praxistauglich, da es keinen Bezug zu umweltrelevanten Expositionsszenarien hat und sollte zukünftig durch Säulen- oder Schüttelversuche nach DIN 19528 oder 19529 ersetzt werden, da diese bis zu einem Größtkorn von 22,4 mm anwendbar sind und eine Vorgehensweise für die Probenvorbereitung von Überkorn beschreiben. Trogverfahren mit Bezug auf das Wasser-/Oberflächenverhältnis monolithischer Materialien (DIN EN 15863) sind als Übereinstimmungstest in Deutschland nicht geeignet, da die Beurteilungswerte dafür nicht abgeleitet wurden.

Die Normen der EN 12457-Reihe (Schüttelversuche mit verschiedenem Größtkorn und W/F) sind derzeit nur für die Untersuchung anorganischer Stoffe anwendbar, da der Fest-/Flüssig-Trennschritt sich für die Untersuchung organischer Stoffe nicht eignet. Die EN 14405 (Säulenperkolation) bezieht sich im Anwendungsbereich zwar auch auf organische Schadstoffe ist aber derzeit für diese Parameter nicht validiert. Daher sind die deutschen Elutionsverfahren DIN 19528 und DIN 19529 die bevorzugt einzusetzenden Elutionsverfahren. Sie sind für eine Reihe regulierter anorganischer und organischer Schadstoffe (PAK, MKW, Phenole, PCB, Dioxine und dl-PCB) validiert. Forschungsvorhaben haben die Anwendbarkeit beider Normen für Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) belegt. Weitere Robustheitsuntersuchungen und eine Validierung für diese Stoffgruppe stehen aber noch aus.

Tabelle II.3-6: Elutions- und Perkolationsverfahren

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Elution mit Wasser	Boden, Bodenmaterialien, Sedimente, mineralische Abfälle, mineralische Sekundärrohstoffe	DIN 19528 ( <del>01/2009</del> ) (07/2023)	Elution von Feststoffen - Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perkolationsprüfung</li> <li>- Aufstromverfahren</li> <li>- Säulengröße abhängig von Korngröße</li> <li>- 4 Fraktionen bis W/F 4 l/kg)</li> <li>- Elutionsmittel: demineralisiertes Wasser oder 0,001 M CaCl<sub>2</sub></li> <li>- Korngröße &lt; 22,4 mm</li> </ul>	Die Methode ist für viele organische und anorganische Stoffe validiert und optional als Übereinstimmungstest bei einem W/F von 2 l/kg gleichwertig zur DIN 19529 anwendbar. Die Norm enthält eine elektronische Beilage zur Versuchsplanung.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Elution mit Wasser	Boden, Bodenmaterialien, Sedimente, mineralische Abfälle, mineralische Sekundärrohstoffe	DIN 19529 ( <del>12/2015</del> ) (07/2023)	Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen bei einem Wasser/ Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schütteltest</li> <li>- W/F = 2:1</li> <li>- für anorganische und organische Komponenten geeignet</li> <li>- Elutionsmittel: demineralisiertes Wasser oder 0,001 M CaCl<sub>2</sub></li> <li>- Korngröße &lt; 22,4 mm</li> </ul>	Die Methode ist für viele organische und anorganische Stoffe validiert. Für ein ausreichendes Eluatvolumen bei Materialien mit hohem Wasserbindevermögen muss ggf. die Einwaage erhöht werden oder mehrere Parallelansätze vereint werden. Bei Materialien mit Wassergehalten > 65 % muss der Säulenversuch nach DIN 19528 durchgeführt werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Elution mit Wasser	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-4 ( <del>10/1984</del> )	DEV - Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S 4)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 24h Schüttelverfahren</li> <li>- Elutionsmittel destilliertes Wasser</li> <li>- W/F = 10:1</li> </ul>	Die Norm wurde in 12/2015 ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 12457-4

Tabelle II.3-6: Elutions- und Perkolationsverfahren

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Elution mit Wasser	Abfall	DIN EN 12457-4 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen - Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstufiges Schüttelverfahren mit einem W/F = 10:1</li> <li>- für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)</li> </ul>	Die Methode ist nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert. Norm ist in Verbindung mit Anhang E anzuwenden, um zu reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen.	Forum-AU: empfohlen (für die Bestimmung anorganischer Parameter)
Elution mit Wasser	Abfall	DIN EN 14405 (05/2017)	Charakterisierung von Abfällen - Untersuchung des Elutionsverhaltens - Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom (unter festgelegten Bedingungen)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perkolationsprüfung für anorganische Stoffe</li> <li>- Säulengröße abhängig von Korngröße</li> <li>- 7 Fraktionen bis W/F 10 l/kg</li> </ul>	Das Verfahren ist im Abfallbereich für anorganische Stoffe etabliert, hat aber eine längere Versuchsdauer im Vergleich zur DIN 19528.	Forum-AU: geeignet
Elution mit Wasser	Abfall	DIN EN 15863 (06/2015)	Charakterisierung von Abfällen - Untersuchung des Elutionsverhaltens für die grundlegende Charakterisierung - Dynamisches Elutionsverfahren für monolithische Abfälle mit periodischer Erneuerung des Elutionsmittels unter festgelegten Prüfbedingungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- dynamisches Elutionsverfahren für monolithische Abfallmaterialien zur Deponierung</li> <li>- Bestimmung freigesetzter anorganischer Bestandteile bezogen auf ein Wasser/ Oberflächen-Verhältnis</li> <li>- 8 Fraktionen in 64 Tagen</li> </ul>	Es handelt sich um ein Spezialverfahren. Eine Verkürzung der Versuchsdauer mit weniger Fraktionen ist anwendbar. Die Norm ist technisch gleichzusetzen mit DIN EN 16637-2, die auch für organische Parameter validiert ist.	Forum-AU: geeignet



Tabelle II.3-6: Elutions- und Perkolationsverfahren

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Elution mit Wasser	Gesteinskörnungen	DIN EN 1744-3 (11/2002)	Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 3: Herstellung von Eluaten durch Auslaugung von Gesteinskörnungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 24h Rührversuch</li> <li>- Elutionsmittel: destilliertes Wasser</li> <li>- W/F = 10:1</li> <li>- Korngröße &lt; 32 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)</li> </ul>	Es handelt sich um ein Trogverfahren für granuläre Feststoffe ohne Praxisbezug.	Forum-AU: geeignet
Elution mit Wasser	Abfall zur Verwertung	DIN EN 17516 (04/2022)	Abfall - Charakterisierung von granularen Feststoffen mit Verwertungspotential als Ersatzbaustoff - Übereinstimmungsuntersuchung des Elutionsverhaltens - Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perkolationsprüfung für anorganische und organische Stoffe</li> <li>- Säulengröße abhängig von Korngröße</li> </ul>	Die Norm ist technisch gleich mit der DIN EN 16637-3 und wichtig für Ersatzbaustoffe (Übergangsbereich für Abfall und Abfall zur Verwertung).	Forum-AU: geeignet
Elution mit Wasser	Abfall, monolithisches und grobstückiges Material	LAGA-Mitteilung 33 (LAGA EW 98 T) (2002)	Herstellung und Untersuchung von wässrigen Eluaten	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 24h Rührversuch</li> <li>- Elutionsmittel: destilliertes Wasser</li> <li>- W/F = 10:1</li> <li>- Korngröße &lt; 40 mm</li> </ul>	Die Methode wurde zurückgezogen.	Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 1744-3
Extraktion mit 1M Ammoniumnitratlösung	Boden	DIN ISO 19730 (07/2009)	Bodenbeschaffenheit - Extraktion von Spurenelementen aus Böden mit Ammoniumnitratlösung	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraktion mit 1M Ammoniumnitratlösung</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Mobilisierung von Schadstoffen mit Hilfe synthetischer Verdauungssäfte	Boden	DIN 19738 (06/2017)	Bodenbeschaffenheit - Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen aus kontaminiertem Bodenmaterial	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Physiologie naher Elutionstest für Schwermetalle und hydrophobe Organika (PAK, PCB)</li> </ul>	Die Bestimmung der „Resorptionsverfügbarkeit“ kann im Rahmen der Detailuntersuchung von Bedeutung sein.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.3-6: Elutions- und Perkolationsverfahren

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
pH-stat- Verfahren	Boden, Bodenmaterial	DIN EN ISO 21268-4 (09/2020)	Elutionsverfahren für die anschließende chemische und ökotoxi- kologische Untersu- chung von Boden und von Bodenmaterialien - Einfluss des pH-Wertes unter vorheriger Säure/ Base-Zugabe		<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-abhängiger Eluti- onsversuch</li> <li>- pH 4-12</li> <li>- W/F = 10:1</li> <li>- Bestimmung der Säure- neutralisationskapa- zität (ANC)</li> </ul>	Es handelt sich um ein etabliertes Verfahren für spezielle Anwendun- gen.	FBU / Forum-AU: geeignet
pH-stat- Verfahren	Abfall, Boden- und Altlastenmaterial	LAGA-Mitteilung 32 (LAGA EW 98p) (09/2017)	Bestimmung der Eluier- barkeit mit wässrigen Medien bei konstantem pH-Wert (Kurzbezeich- nung: EW 98 p)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-abhängiger Elutionsversuch</li> <li>- pH 4 und pH 11</li> <li>- W/F = 10:1</li> <li>- Bestimmung der Säure- neutralisationskapa- zität (ANC)</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 21268-4

## II.4 ALLGEMEINE PARAMETER

Den allgemeinen Parametern wird oftmals zu wenig Beachtung geschenkt. Im Rahmen von Plausibilitätsprüfungen sind diese aber (wie z. B. allgemeine Probenbeschreibungen) gut geeignet, um festzustellen, ob das Ergebnis überhaupt zur Probe passt. Untypische Farben, pH-Werte oder Leitfähigkeiten können beispielsweise das Erkennen von Probenvertauschungen oder Inhomogenitäten ermöglichen.

Eine Möglichkeit der Plausibilisierung von Analyseergebnissen für ionische Hauptbestandteile in wässrigen Lösungen ist die Berechnung einer Ionenbilanz (DIN 38402-62). Spurenkomponenten, stark organisch verschmutzte Wässer und Wässer mit abweichenden Puffersystemen können damit allerdings nicht beurteilt werden und sollten daher generell keiner Ionenbilanzierung unterzogen werden.

## II.4.1 ALLGEMEINE PARAMETER VON FESTSTOFFEN

Tabelle II.4-1: Allgemeine Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
elektrische Leitfähigkeit	Bioabfall, Boden, Schlamm	DIN CEN/TS 15937 (08/2013)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufschlammung mit Wasser</li> <li>- W/F = 5:1</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Es handelt sich um einen technischen Standard. Die Norm enthält keine Validierungsdaten, ist aber gängige Praxis.	FBU / Forum-AU: empfohlen
elektrische Leitfähigkeit (Salzgehalt)	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13038 (01/2012)	Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufschlammung mit Wasser</li> <li>- W/F = 5:1; Vorsiebung A: &lt; 20 mm oder B: &lt; 40 mm</li> <li>- Suspendierung/ Filtrierung</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es handelt sich um eine spezielle Anwendung.	FBU / Forum-AU: geeignet
Glühverlust	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-3 ( <del>11/1985</del> )	DEV - Bestimmung des Glührückstandes und des Glühverlustes der Trockenmasse eines Schlammes (S 3)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Die Norm und alle Nachfolgenormen wurden zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 15935 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15935
Glühverlust	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13039 (01/2012)	Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung des Gehaltes an organischer Substanz und Asche	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- thermische Behandlung bei 450 ± 25 °C</li> <li>- anschließend Gravimetrie</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es handelt sich um eine spezielle Anwendung. Glühverlust-Bestimmung erfolgt nur bei 450 °C, weicht von der Glühverlustbestimmung anderer Matrices ab.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15935

Tabelle II.4-1: Allgemeine Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Glühverlust	Abfall, Bodenmaterial	DIN EN 15169 ( <del>05/2007</del> )	Charakterisierung von Abfall - Bestimmung des Glühverlustes in Abfall, Schlamm und Sedimenten	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- thermische Behandlung bei <math>550 \pm 25</math> °C</li> <li>- anschließend Gravimetrie</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 15935 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15935
Glühverlust	Abfall, Bioabfall, Boden, Schlamm, Sediment	DIN EN 15935 ( <del>11/2012</del> ) (10/2021)	Boden, Abfall, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung des Glühverlustes	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- thermische Behandlung bei <math>550 \pm 25</math> °C</li> <li>- anschließend Gravimetrie</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
pH-Wert	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13037 (01/2012)	Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung des pH-Wertes	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wertbestimmung in Suspension</li> <li>- Vorsiebung: A: &lt; 20 mm, B: &lt; 40 mm</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es handelt sich um eine spezielle Anwendung, nicht für Klärschlamm.	FBU / Forum-AU: geeignet
pH-Wert	Bioabfall, Boden, Schlamm	DIN EN 15933 ( <del>11/2012</del> )	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung des pH-Werts	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,01 mol CaCl<sub>2</sub>-Lösung schütteln oder mischen</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN ISO 10390 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 10390
pH-Wert	Bioabfall, Boden, Schlamm	DIN EN ISO 10390 (08/2022)	Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung des pH-Werts		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufschlammung mit CaCl<sub>2</sub>-, KCl-Lösung oder Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Da Vorgängernorm auch für Abfall empfohlen wurde, kann diese Norm für Abfall auch angewendet werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.4-1: Allgemeine Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
pH-Wert	Bodenmaterial	DIN ISO 10390 ( <del>05/1997</del> ) ( <del>12/2005</del> )	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des pH- Wertes	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A: H<sub>2</sub>O/KCl = 1:5 H<sub>2</sub>O/CaCl<sub>2</sub> = 1:5 Suspension</li> <li>- Standzeit: 2-24 h</li> <li>- B: H<sub>2</sub>O/KCl = 1:5 H<sub>2</sub>O/CaCl<sub>2</sub> = 1:5 Suspension</li> <li>- Standzeit: 1-3 h</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN ISO 10390 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 10390
Trockenrückstand, Wassergehalt	Abfall, Bioabfall, Boden	DIN EN 15934 (11/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall - Berechnung des Trockenmassenanteils nach Bestimmung des Trockenrückstands oder des Wassergehalts	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A: Bestimmung des Trockenrückstands: Trocknung bei 105 °C</li> <li>- B: Bestimmung des Wassergehaltes: Karl- Fischer-Titration</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Trockenrückstand, Wassergehalt	Boden	DIN ISO 11465 ( <del>12/1996</del> )	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Tro- ckenrückstandes und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse - Gravimetrisches Ver- fahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermische Behand- lung bei 105 ± 5 °C</li> <li>- Norm ist für den Para- meter nicht validiert</li> </ul>	Die Norm wurde ohne Ersatz zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15934
Trockenrückstand, Wassergehalt	Abfall	DIN EN 14346 ( <del>03/2007</del> )	Charakterisierung von Abfällen - Berechnung der Trockenmasse durch Bestimmung des Trockenrückstandes oder des Wassergehal- tes	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gravimetrie-Verfahren</li> <li>- A: Bestimmung bei 105 ± 3 °C</li> <li>- Verfahren B: Direkte Karl-Fischer-Titration</li> <li>- Norm ist für den Para- meter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde ohne Ersatz zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15934

## II.4.2 ALLGEMEINE PARAMETER VON ELUATEN UND WÄSSERN

Tabelle II.4-2: Allgemeine Parameter von Eluaten und Wässern

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Abfiltrierbare Stoffe	alle Wässer	DIN 38409-2 (03/1987)	DEV - Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührück- standes (H 2)	DepV	- gravimetrische Bestim- mung <b>ungelöster</b> Anteil- e der Probe durch Filtra- tion und <b>Differenzwä- gung des Filters</b> vor/nach Filtration und Trocknung des Filters	Die Norm ist fälschlicher- weise in der Deponiever- ordnung zitiert, in dieser Norm werden die abfiltrier- baren Stoffe bestimmt. Die Filtration muss sofort nach „Probenahme“ durchge- führt werden. Norm lässt verschiedene Filter zu, es sollte aber nur der definier- te Membranfilter mit 0,45 µm Porendurchmes- ser verwendet werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15216 (für Gesamtgeh- alt <b>gelöster</b> Fest- stoffe)
Elektrische Leitfähigkeit	Wasser	DIN EN 27888 (11/1993)	Wasserbeschaffenheit; Bestimmung der elektrischen Leitfähig- keit	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	- Direktmessung - Leitfähigkeit ist ein Maß für die Summe der ioni- schen Bestandteile	Diese Norm ersetzt DIN 38404-8. Parameter ge- mäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Färbung	Wasser	DIN EN ISO 7887 (04/2012)	Wasserbeschaffen- heit - Untersuchung und Bestimmung der Färbung		- A: visuelle Untersuchung - B: Bestimmung mit opti- schen Geräten bei $\lambda = 436 \text{ nm}$ , $\lambda = 525 \text{ nm}$ und $\lambda = 620 \text{ nm}$ - C: Bestimmung der Ex- tinktion bei $\lambda = 410 \text{ nm}$ - D: visuelle Bestimmung mit Komparator	Schwebstoffe müssen vor der Messung durch Filtra- tion (0,45 µm Mem- branfilter) entfernt werden. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.4-2: Allgemeine Parameter von Eluaten und Wässern

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	alle Wässer	DIN 38409-1 (01/1987)	DEV - Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes, des Filtrat-trockenrückstandes und des Glührückstandes (H 1)	DepV VersatzV	- gravimetrische Bestimmung <b>gelöster</b> Feststoffe (Gesamttrockenrückstand), ggf. nach vorheriger Filtration (Filtrattrockenrückstand)		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15216 (für Gesamtgehalt <b>gelöster</b> Feststoffe)
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	Wässer und Eluate	DIN EN 15216 <del>(01/2008)</del> (12/2021)	Feststoffe in der Umwelt - Bestimmung des Gesamtgehaltes an gelösten Feststoffen (TDS) in Wasser und Eluaten	DepV	- Probe wird filtriert und anschließend in einer tarierten Schale bei $105 \pm 5$ °C auf eine konstante Masse getrocknet	Das Verfahren ermittelt die Masse an <u>gelösten Bestandteilen</u> je Volumeneinheit Wasser, die nach Filtration und Trocknung zurückbleibt, in mg/l.	FBU / Forum-AU: empfohlen
pH-Wert	Eluate	DIN 38404-5 <del>(01/1984)</del> <del>(07/2009)</del>	DEV - Bestimmung des pH-Werts (C 5)	VersatzV	- Elektrometrisch (Glaselektrode) - pH3 - pH10 - I = 0,3 mol/kg - T = 0 – 50 °C - L = 20000 mS/m	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN ISO 10523 ersetzt. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 10523
pH-Wert	Eluate	DIN EN ISO 10523 (04/2012)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des pH-Werts	DepV ErsatzbaustoffV	- Elektrometrisch (Glaselektrode)	Norm benennt Störeinflüsse bei den Messungen. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Redoxspannung	alle Wässer	DIN 38404-6 (05/1984)	DEV - Bestimmung der Redox-Spannung (C 6)		- elektrochem. Messung mittels Redoxelektrode in Durchflussmesszelle	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Sauerstoffgehalt	alle Wässer	DIN EN ISO 5814 (02/2013)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des gelösten Sauerstoffs - Elektrochemisches Verfahren		- elektrochem. Verfahren	Die gasdurchlässige Membran muss vor der Messung kontrolliert werden. Das optische Verfahren ist zu bevorzugen. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.4-2: Allgemeine Parameter von Eluaten und Wässern

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Sauerstoffgehalt	alle Wässer	DIN ISO 17289 (12/2014)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des gelösten Sauerstoffs - Optisches Sensorverfahren		- optisches Verfahren	Die Handhabung bei diesem Verfahren ist einfacher als beim elektrochemischen Verfahren. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Temperatur	alle Wässer	DIN 38404-4 (12/1976)	DEV - Bestimmung der Temperatur (C 4)			Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Trübung	Wasser	DIN EN ISO 7027-1 (11/2016)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Trübung - Teil 1: Quantitative Verfahren		- Verfahren A: Nephelometrie - Verfahren B: Turbidimetrie	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.5 PHYSIKALISCHE PARAMETER

Zu den Dichtebegriffen ist zu beachten, dass sich aus historisch gewachsen Gründen in bestimmten Fachgebieten unterschiedliche Bezeichnungen für vergleichbare Dichtedefinitionen etabliert haben.

Unter der Kornrohddichte eines Stoffes  $\rho_R$  (auch Korndichte, Feststoffdichte, Reindichte) wird der Quotient aus der Masse des Feststoffes  $m_F$  und dem von dieser Masse bei der jeweiligen Temperatur und dem jeweils herrschenden Druck eingenommenen Volumen  $V_F$  einer nicht porösen, homogenen Feststoffprobe verstanden:

$$\rho_R = \frac{m_F}{V_F}$$

Für mehrphasige Feststoffgemische ist die so bestimmte Dichte als eine mittlere Dichte zu betrachten. Des Weiteren ist zu beachten, dass diese Dichtedefinition davon ausgeht, dass die Probe keine isolierten, für Gase oder Flüssigkeiten nicht zugänglichen Poren aufweist. Anderenfalls fällt die bestimmte Korndichte zu klein aus, da das Volumen der abgeschlossenen Poren mitberücksichtigt wird.

Die Trockenrohddichte (auch Rohddichte, Packungsdichte) für poröse Feststoffe  $\rho_T$  bezieht sich auf die Summe aus dem Feststoffvolumen  $V_F$  und dem Porenvolumen  $V_P$ :

$$\rho_T = \frac{m_F}{V_F + V_P}$$

Diese ist nicht zu verwechseln mit der Schüttdichte, bei der zusätzlich Hohlräume zwischen den Partikeln einer losen Schüttung einbezogen werden.

Im Zusammenhang mit dem Säulenperkolationsverfahren (DIN 19528) wird beim Packen von Proben in eine Säule unter Verwendung von mehr oder weniger verdichtenden Maßnahmen die Trockenrohddichte (auch Trockendichte oder Packungsdichte) ermittelt. Diese berücksichtigt alle Hohlräume im durch die Probe in der Säule eingenommenen Volumen und bezieht sich auf die Trockenmasse der Probe. Sie wird für die Berechnung der Flussrate des Elutionsmittels im Versuch herangezogen.

Aus Kornrohddichte  $\rho_R$  und Trockenrohddichte  $\rho_T$  ergibt sich auch der Porenanteil  $\eta$  einer in die Säule gepackten Probe in Prozent aus folgender Beziehung:

$$\eta = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_R}$$

## II.5.1 PHYSIKALISCHE PARAMETER VON FESTSTOFFEN

Tabelle II.5-1: Physikalische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Brenn- und Heizwert	Schlamm	DIN EN 15170 (05/2009)	Charakterisierung von Schlämmen - Bestimmung des Brenn- und Heizwertes	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brennwertbestimmung im Kalorimeter</li> <li>- Berechnung des Heizwertes</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>		Forum-AU: empfohlen
Korngrößenverteilung/ Partikelgrößenverteilung	Boden	DIN EN ISO 17892-4 (04/2017)	Geotechnische Erkundung und Untersuchung; Laborversuche an Bodenproben; Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenprobe kann optional dispergiert und zur Auflösung humoser Anteile mit Wasserstoffperoxid behandelt werden</li> <li>- Siebung oder Sedimentation</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Die Norm kann trotz fehlender Validierung bei gering humosen Böden für geotechnische Zwecke angewendet werden, da sie auf internationaler Praxis beruht.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Korngrößenverteilung/ Partikelgrößenverteilung	Boden	DIN ISO 11277 <del>(08/2002)</del>	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden - Verfahren mittels Siebung und Sedimentation	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenuntersuchung</li> <li>- Pipettanalyse oder Aräometermethode</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen, derzeit erfolgt eine Überarbeitung auf ISO-Ebene.	FBU: geeignet
Korngrößenverteilung/ Partikelgrößenverteilung	Feststoffe in Suspension	DIN ISO 13320 (12/2022)	Partikelgrößenanalyse - Laserbeugungsverfahren		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laserbeugungsverfahren</li> </ul>	Die Vergleichbarkeit bei nicht kugelförmigen Partikeln zwischen den verschiedenen Verfahren muss beachtet werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.5-1: Physikalische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kornrohddichte	Feststoffe	DIN 66137-2 (03/2019)	Bestimmung der Dichte fester Stoffe - Teil 2: Gaspyknometrie		- Gaspyknometrie - Bestimmung der Kornrohddichte	Das Verfahren ist etabliert und sehr präzise sowie geeignet für alle Feststoffe.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kornrohddichte	Boden	DIN EN ISO 11508 (04/2018)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Kornrohddichte		- Pyknometrische Bestimmung	Wenn ein Gaspyknometer nicht vorhanden ist, kann auch diese Norm verwendet werden.	FBU / Forum-AU: geeignet
Trockenrohddichte	Boden	DIN 18125-2 <del>(03/2014)</del> (11/2020)	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche	DepV	- Untersuchung von Bodenproben im Feldversuch	Es handelt sich um ein Spezialverfahren. Diese Methode wird zwar in der DepV genannt, die Bestimmung der Dichte ist aber für die Charakterisierung von Abfällen nicht relevant.	FBU / Forum-AU: geeignet
Trockenrohddichte	Boden	DIN EN ISO 11272 (07/2017)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Trockenrohddichte	BBodSchV	- Bodenuntersuchung		FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.6 ANORGANISCHE ANALYTIK

### II.6.1 ANORGANISCHE ANALYTIK (BESTIMMUNG VON FESTSTOFF-GEHALTEN)

In der anorganischen Analytik werden mittlerweile im Wesentlichen Multielementverfahren wie die ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry, Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) und die ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry, optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) eingesetzt. Beide Verfahren sind aus Gründen der Belastbarkeit der Ergebnisse den AAS-Verfahren vorzuziehen.

Die ICP-MS hat sich in den letzten Jahren zu einer sehr nachweis- und leistungsstarken Routinemethode in der Elementanalytik entwickelt. In modernen Geräten reduziert die Verwendung von Kollisions- und Reaktionszellen die Anfälligkeit gegenüber Interferenzen. Durch spezielle Probenzuführungssysteme, aber auch durch einfache Verdünnung der Probenlösungen, lassen sich auch komplexe Probenmatrices analysieren.

Gemäß der Norm DIN EN 16171 lassen sich mit ICP-MS folgende Elemente bestimmen (Unterstrichen: als Referenzverfahren für Feststoffe empfohlen):

Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Blei, Bor, Cadmium, Cäsium, Calcium, Cer, Chrom, Dysprosium, Eisen, Erbium, Europium, Gadolinium, Gallium, Germanium, Gold, Hafnium, Holmium, Indium, Iridium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lanthan, Lithium, Lutetium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Neodym, Nickel, Palladium, Phosphor, Platin, Praseodym, Quecksilber, Rhenium, Rhodium, Rubidium, Ruthenium, Samarium, Scandium, Schwefel, Selen, Silber, Silicium, Strontium, Tellur, Terbium, Thallium, Thorium, Thulium, Titan, Uran, Vanadium, Wolfram, Ytterbium, Yttrium, Zink, Zinn und Zirconium.

Die ICP-OES ist eine sehr verbreitete Routinemethode mit hoher Robustheit, aber gegenüber der ICP-MS für viele Elemente deutlich geringerer Nachweisstärke. Vorteile gegenüber ICP-MS-Geräten bestehen bei Analyse stark salz- und TOC-haltiger Proben bzw. Aufschlusslösungen aufgrund höherer Matrixtoleranz.

Gemäß der Norm DIN EN 16170 lassen sich mit ICP-OES folgende Elemente bestimmen (Unterstrichen: als Referenzverfahren für Feststoffe empfohlen):

Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Blei, Bor, Cadmium, Calcium, Cer, Chrom, Eisen, Gallium, Indium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lanthan, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Neodym, Nickel, Phosphor, Praseodym, Quecksilber, Samarium, Scandium, Schwefel, Selen, Silber, Silicium, Strontium, Tellur, Thallium, Thorium, Titan, Uran, Vanadium, Wolfram, Zink, Zinn und Zirconium.

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Antimon	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Antimon	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Antimon	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 22036
Antimon	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Antimon	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Arsen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	CEN/TS 16172 <del>(07/2013)</del>	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Graphitrohren-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS)	AbfKlärV	- GF-AAS	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Arsen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Arsen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Arsen	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Arsen	Wasser	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen - Atomabsorptionsspektrometrie (Hydridverfahren)	AltholzV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrid-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Arsen	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Arsen	Boden	DIN ISO 20280 (05/2010)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser-Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid-Atomabsorptionsspektrometrie	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasserextraktion</li> <li>- GF- oder Hydrid-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036



Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Arsen	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Arsen	Wasser	E-DIN ISO 17378-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen und Antimon - Teil 2: Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridbildung (HG-AAS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrid-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Barium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Barium	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Blei	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	CEN/TS 16172 ( <del>07/2013</del> )	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Graphitrohren-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS)	AbfKlärV	- GF-AAS	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Blei	Wasser	DIN 38406-6 (07/1998)	DEV - Bestimmung von Blei mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 6)	AltholzV BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Blei	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Blei	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Blei	Wasser	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV AltholzV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Blei	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Blei	Boden	DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> <del>(05/1998)</del> (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV AltholzV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Blei	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Cadmium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	CEN/TS 16172 <del>(07/2013)</del>	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Graphitrohren-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS)	AbfKlärV	- GF-AAS	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Cadmium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Cadmium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Cadmium	Wasser	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV AltholzV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Cadmium	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Cadmium	Wasser	DIN EN ISO 5961 (05/1995)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie	AltholzV BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Cadmium	Boden	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV AltholzV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Cadmium	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Chrom	Wasser	DIN EN 1233 (08/1996)	DEV - Bestimmung von Chrom - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (E 10)	AltholzV BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Chrom	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Chrom	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chrom	Wasser	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV AltholzV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Chrom	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Chrom	Boden	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV AltholzV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Chrom	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chrom (VI)	Düngemittel, Kalkdünger	DIN EN 16318 (07/2016)	Düngemittel und Kalkdünger - Bestimmung von Chrom(VI) mit Photometrie (Verfahren A) und mit Ionenchromatographie mit spektrometrischer Detek- tion (Verfahren B)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren A: Be- stimmung durch Wasserextraktion und spektrometri- sche Detektion</li> <li>- Verfahren B: Be- stimmung durch al- kalischen Auf- schluss und Ionen- chromatographie mit spektrometri- scher Detektion</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es handelt sich um ein Spezialverfahren für Dün- ger.	FBU / Forum-AU: geeignet
Chrom (VI)	Abfall, Boden	DIN EN ISO 15192 <del>(02/2007)</del> (01/2022)	Boden und Abfall - Bestim- mung von sechswertigem Chrom in Feststoffen durch alkalischen Aufschluss und Ionenchromatographie mit photometrischer Detektion	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkalischer Auf- schluss mit IC- oder photometrischer Detektion</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm ist für gering- und stark belastete Böden, Flugasche und Farb- schlamm validiert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Cyanid, gesamt	Boden	DIN ISO 11262 <del>(06/1995)</del> (04/2012)	Bodenbeschaffenheit - Be- stimmung von Gesamtcyanid	BBodSchV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- klassisches Verfah- ren (Austreibung und Photometrie)</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: geeignet
Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Boden	DIN EN ISO 17380 (10/2013)	Bodenbeschaffenheit - Be- stimmung des Gehalts an Gesamtcyanid und leicht frei- setzbarem Cyanid - Verfahren mittels kontinuierlicher Durch- flussanalyse	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CFA</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Für den abfallrechtlichen Bereich nicht für Cyanide, gesamt empfohlen.	FBU: empfohlen



Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Eisen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Eisen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Eisen	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser; Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Eisen	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate; Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Eisen	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES; Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Halogene (Cl, Br)	Öl	DIN 51577-4 (02/1994)	Bestimmung des Chlor- und Bromgehaltes - Energiedispersive Röntgenfluoreszenz-Analyse mit Kleinspektrometern	AltöIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RFA - Energiedispersive</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Halogene (Cl, Br)	Öl	DIN ISO 15597 (01/2006)	Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung des Gehaltes an Chlor und Brom - Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie	AltöIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RFA - Wellenlängendispersive</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: geeignet
Halogene (Cl, Br)	Abfall	In Anlehnung an DIN EN 14582 (12/2016) in Verbindung mit DIN 51408-1 (06/1983) oder DIN 38405-1 (12/1985) oder DIN EN ISO 10304-1 (04/1995)	Charakterisierung von Abfällen - Halogen- und Schwefelgehalt - Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen und Bestimmungsverfahren	AltöIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung in Bombe in Verbindung mit Wickbold oder IC-Detektionsnormen</li> </ul>		Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Halogene (F, Cl)	Wasser	DIN EN ISO 10304-1 ( <del>04/1995</del> ) (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ionenchromatographie</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 14582
Halogene (F, Cl, Br, J)	Abfall	DIN EN 14582 (12/2016)	Charakterisierung von Abfällen - Halogen- und Schwefelgehalt - Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen und Bestimmungsverfahren		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung in Bombe</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es wird nur die Methode A empfohlen.	Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kobalt	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Kobalt	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelte Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kupfer	Wasser	DIN 38406-7 Teil 1 (09/1991)	DEV - Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7)	AltholzV BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kupfer	Wasser	DIN 38406-7 Teil 2 (09/1991)	DEV - Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7)	AltholzV BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Kupfer	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kupfer	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Kupfer	Wasser	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV AltholzV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kupfer	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Kupfer	Boden	DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV AltholzV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Kupfer	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelte Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Molybdän	Schlamm, Boden, behandelte Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelte Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Molybdän	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Molybdän	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Molybdän	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Molybdän	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Nickel	Wasser	DIN 38406-11 (09/1991)	DEV - Bestimmung von Nickel mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 11)	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Nickel	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Nickel	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Nickel	Wasser	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036



Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Nickel	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Nickel	Boden	DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Nickel	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Phosphor	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Phosphor	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170
Phosphor	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170
Phosphor	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Für die Phosphorbestimmung ist ICP-OES zu bevorzugen. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Phosphor	Wasser	DIN EN ISO 6878 (09/2004)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Phosphor - Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photometrisches Verfahren</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Quecksilber	Wasser	DIN EN 12338 ( <del>10/1998</del> )	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren nach Anreicherung durch Amalgamierung	AltholzV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS</li> <li>- Aufschluss mit Kaliumpermanganat/ Kaliumperoxodisulfat</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN ISO 12846 ersetzt. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Wasser	DIN EN 1483 Absch.3 ( <del>08/1997</del> ) ( <del>07/2007</del> )	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie	AltholzV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS</li> <li>- Aufschluss mit Kaliumpermanganat/ Kaliumperoxodisulfat</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN ISO 12846 ersetzt. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Quecksilber	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16175-1 (12/2016)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Quecksilber - Teil 1: Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (CV-AAS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- Kaltdampf-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist mit der Aufschlussnorm DIN EN ISO 54321 anwendbar.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Quecksilber	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16175-2 (12/2016)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Quecksilber - Teil 2: Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie (CV-AFS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- Kaltdampf-AFS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	In Aufschlusslösungen ist die Messung mittels Kaltdampf-AAS zu bevorzugen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Wasser	DIN EN ISO 12846 (08/2012)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung	AbfKlärV BioAbfV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS</li> <li>- Br/BrO<sub>3</sub>-Aufschluss</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Wasser	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Quecksilber ist im Anwendungsbereich der der Norm nicht enthalten. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Quecksilber	Wasser	DIN EN ISO 17852 (04/2008)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie	AbfKlärV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AFS</li> <li>- Br/BrO<sub>3</sub>-Aufschluss</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	In Aufschlusslösungen ist die Messung mittels Kaltdampf-AAS zu bevorzugen. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16175-1
Quecksilber	Boden	DIN ISO 16772 (06/2005)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber in Königswasser-Extrakten von Boden durch Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie oder Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasserextraktion</li> <li>- Kaltdampf-AAS</li> <li>- Kaltdampf AFS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: geeignet
Schwefel	Abfall	DIN EN 14582 (12/2016)	Charakterisierung von Abfällen - Halogen- und Schwefelgehalt - Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen und Bestimmungsverfahren		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbrennung in Bombe</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Es wird nur die Methode A empfohlen.	Forum-AU: empfohlen
Selen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Selen	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Selen	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Selen	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Selen	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Thallium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	CEN/TS 16172 ( <del>07/2013</del> )	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Graphitrohrofen-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS)	AbfKlärV	- GF-AAS	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Thallium	Wasser	DIN 38406-26 (07/1997)	DEV - Bestimmung von Thallium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) im Graphitrohrofen (E 26)	AbfKlärV	- GF-AAS - Norm ist für den Parameter validiert	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Thallium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	- Säureaufschluss - ICP-OES - Norm ist für den Parameter validiert	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Thallium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	- Säureaufschluss - ICP-MS - Norm ist für den Parameter validiert	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Thallium	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV	- ICP-OES - Wasser - Norm ist für den Parameter validiert	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171



Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Thallium	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Thallium	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelte Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Uran	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelte Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Uran	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171



Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Uran	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm). Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Vanadium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Vanadium	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Vanadium	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atomemissionsspektrometrie (ICP-OES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Vanadium	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Vanadium	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelte Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Wolfram	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Wolfram	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm). Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Zink	Wasser	DIN 38406-8 (10/2004)	DEV - Bestimmung von Zink - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Ethin-Flamme (E 8)	BioAbfV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich. Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171
Zink	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-OES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird zukünftig zusammengefasst mit DIN ISO 22036 und durch DIN EN ISO 22036 ersetzt.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Zink	Schlamm, Boden, behandelter Bioabfall	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-MS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Diese Norm wird aktuell (2023) zusammengeführt mit ISO 16965 zur DIN EN ISO 16965. Der Anwendungsbereich wird erweitert.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-1: Anorganische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Zink	Wasser	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- Wasser</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170 oder DIN EN 16171/DIN ISO 22036
Zink	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV BBodSchV BioAbfV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-MS</li> <li>- Wasser und Eluate</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm stammt aus der Wasseranalytik und ist geeignet für wässrige Eluate. Für Feststoffe sollte das Referenzverfahren genutzt werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Zink	Boden	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	AbfKlärV BioAbfV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Königswasseraufschluss</li> <li>- Flammen-AAS</li> <li>- GF-AAS</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16171
Zink	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	AbfKlärV BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säureaufschluss</li> <li>- ICP-AES</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Die Überarbeitung der Norm zur DIN EN ISO 22036 befindet sich in der Endabstimmung (2023). Es werden DIN ISO 22036 und DIN EN 16170 zusammengeführt, die dann beide ersetzt werden (Anwendungsbereich: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm).	FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.6.2 ANORGANISCHE ANALYTIK (KONZENTRATIONSBESTIMMUNG IN ELUATEN UND WÄSSERN)

In der anorganischen Analytik werden mittlerweile im Wesentlichen Multielementverfahren wie die ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry, Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) und die ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry, optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) eingesetzt. Beide Verfahren sind aus Gründen der Belastbarkeit der Ergebnisse den AAS-Verfahren vorzuziehen.

Die ICP-MS hat sich in den letzten Jahren zu einer sehr nachweis- und leistungsstarken Routinemethode in der Elementanalytik entwickelt. In modernen Geräten reduziert die Verwendung von Kollisions- und Reaktionszellen die Anfälligkeit gegenüber Interferenzen. Durch spezielle Probenzuführungssysteme, aber auch durch einfache Verdünnung der Probelösungen, lassen sich auch komplexe Probenmatrices analysieren.

Gemäß der Norm DIN EN ISO 17294-2 lassen sich mit ICP-MS folgende Elemente bestimmen (Unterstrichen: als Referenzverfahren für Eluate und Wässer empfohlen):

Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Blei, Bor, Cadmium, Cäsium, Calcium, Cer, Chrom, Dysprosium, Eisen, Erbium, Gadolinium, Gallium, Germanium, Gold, Hafnium, Holmium, Indium, Iridium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lanthan, Lithium, Lutetium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Neodym, Nickel, Palladium, Phosphor, Platin, Praseodym, Quecksilber, Rubidium, Rhenium, Rhodium, Ruthenium, Samarium, Scandium, Selen, Silber, Strontium, Terbium, Tellur, Thorium, Thallium, Thulium, Uran inkl. seiner Isotope, Vanadium, Wolfram, Yttrium, Ytterbium, Zinn, Zink und Zirconium.

Die ICP-OES ist eine sehr verbreitete Routinemethode mit hoher Robustheit, aber gegenüber der ICP-MS für viele Elemente deutlich geringerer Nachweisstärke. Vorteile gegenüber ICP-MS-Geräten bestehen bei Analyse stark salz- und TOC-haltiger Proben bzw. Aufschlusslösungen aufgrund höherer Matrixtoleranz.

Gemäß der Norm DIN EN ISO 11885 lassen sich mit ICP-OES folgende Elemente bestimmen (Unterstrichen: als Referenzverfahren für Eluate und Wässer empfohlen):

Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Blei, Bor, Cadmium, Calcium, Chrom, Eisen, Gallium, Indium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Nickel, Phosphor, Selen, Silicium, Silber, Strontium, Schwefel, Titan, Vanadium, Wolfram, Zinn, Zink und Zirconium.

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Ammonium- stickstoff	Grund-, Trink-, Oberflächen-, und Abwässer	DIN EN ISO 11732 (05/2005)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Ammoni- umstickstoff - Verfahren mittels Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometri- scher Detektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Ammonium- stickstoff mittels CFA und FIA</li> <li>- UAG: 0,1 mg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht er- forderlich</li> <li>- Validiert für: Ammonium</li> </ul>		Forum-AU: empfohlen
Ammonium- stickstoff	Grund-, Trink-, Oberflächen-, und Abwässer, Eluate und Kesselwasser	DIN ISO 15923-1 (07/2014)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Parametern mittels Einzelanalysensystemen - Teil 1: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Orthophos- phat, Sulfat und Silikat durch photometrische De- tektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photometrische Bestimmung von Ammoniumstickstoff, Nit- rat, Nitrit, Chlorid, Orthophos- phat, Sulfat und Silikat</li> <li>- UAG: Keine Angabe</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration über einen 0,45 µm- Membranfilter empfohlen</li> <li>- Validiert für: Ammoniumstick- stoff, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Or- thophosphat, Sulfat und Silikat</li> </ul>	Das Verfahren ist anwendbar für Proben mit einem pH-Wert zwischen 5 und 9. Proben mit pH-Werten außerhalb des Bereichs müssen ggfs. korrigiert werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Antimon	Wasser	DIN 38405-32 (05/2000)	DEV - Bestimmung von Antimon mittels Atomab- sorptionsspektrometrie (D 32)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Antimon mit- tels AAS</li> <li>- UAG: 10 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Antimon</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Antimon	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 4 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Antimon</li> </ul>	Die Norm ist für niedrige Kon- zentrationen nicht anwend- bar.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Antimon	Wässer und Sedimente	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ET-AAS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: abhängig von Matrix und Ziel</li> <li>- Validiert für Antimon und weitere Elemente</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Antimon	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,2 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Antimon und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Antimon	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,5 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Antimon</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Arsen	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 5 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Arsen und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm ist für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar.	FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Arsen	Trinkwasser, Grundwasser und Oberflä- chenwasser	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen - Atomabsorptionsspektro- metrie (Hydridverfahren)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Arsen mittels HG-AAS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Auf- schluss mit Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid</li> <li>- Validiert für Arsen</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfah- ren ist nicht mehr gebräuch- lich. Die Norm wurde zurück- gezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Arsen	Wässer und Sedimente	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Spurene- lementen mittels Atomab- sorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ET-AAS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: abhängig von Matrix und Ziel</li> <li>- Validiert für Arsen und weitere Elemente</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfah- ren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Arsen	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Arsen und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Arsen	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurene- lementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,1 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- Validiert für Arsen und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2



Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Barium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 0,5 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Barium und weite- re Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Barium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elemen- ten einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,5 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Barium und weite- re Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Barium	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurene- lementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,001 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Barium</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrices Boden, Schlamm und Bioabfall.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Blei	Wasser	DIN 38406-6 (07/1998)	DEV - Bestimmung von Blei mittels Atomabsorp- tionsspektrometrie (AAS) (E 6)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Antimon mit- tels AAS</li> <li>- UAG: 5 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Blei</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Blei	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 5 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Blei und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Blei	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Blei und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Blei		DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmi- um, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserex- trakt - Flammen- und elek- trothermisches atomab- sorptionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET-AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Aufschlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Blei	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurene- lementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,04 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- Validiert für Blei und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrices Boden, Schlamm und Bioabfall.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Bor	Wasser, Schlamm, Sediment	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 4 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Bor und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Bor	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten elemen- ten einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Bor und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Bor	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,07 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Bor</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrices Boden, Schlamm und Bioabfall.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Cadmium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 0,2 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Cadmium und weitere Elemente</li> </ul>	Bei sehr niedrigen Konzentrationen ist das ICP-MS-Verfahren zu bevorzugen.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Cadmium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Cadmium und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Cadmium	Wässer	DIN EN ISO 5961 (05/1995)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels F-AAS bzw. ET-AAS</li> <li>- UAG: 0,05 mg/L (F-AAS), 0,3 µg/L (ET-AAS)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Cadmium</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Cadmium	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET-AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Aufschlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Cadmium	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,01 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- Validiert für Cadmium und weitere Elemente</li> </ul>	Verfahren ist für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chlorid	Wasser	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssig- keits- Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Anionen mit- tels IC</li> <li>- UAG: 0,1 mg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Proben- abhängig</li> <li>- Validiert für: Chlorid und weite- re Parameter</li> </ul>	Parameter ge- mäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Chlorid	Wasser	DIN EN ISO 15682 (01/2002)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Chlorid mittels Fließanalyse (CFA und FIA) und photometri- scher oder potentiometri- scher Detektion	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Chlorid mit- tels CFA/FIA</li> <li>- UAG: 1 mg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Abhängig vom Detektionsverfahren</li> <li>- Validiert für Chlorid</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 10304-1
Chlorid	Grund-, Trink-, Oberflächen-, und Abwässer, Eluate und Kesselwasser	DIN ISO 15923-1 (07/2014)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Parametern mittels Einzelanalysensystemen - Teil 1: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Orthophos- phat, Sulfat und Silikat durch photometrische De- tektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photometrische Bestimmung von Ammoniumstickstoff, Ni- trat, Nitrit, Chlorid, Orthophos- phat, Sulfat und Silikat</li> <li>- UAG: keine Angabe</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration über einen 0,45 µm- Membranfilter empfohlen</li> <li>- Validiert für: Ammoniumstick- stoff, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Or- thophosphat, Sulfat und Silikat</li> </ul>	Das Verfahren ist anwendbar für Proben mit einem pH-Wert zwischen 5 und 9. Proben mit pH-Werten außerhalb des Bereichs müs- sen ggfs. korri- giert werden. Parameter ge- mäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chrom	Wasser	DIN EN 1233 (08/1996)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Chrom - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Chrom mittels F-AAS /ET-AAS</li> <li>- UAG: 0,5 mg/L (F-AAS), 5 µg/L (ET-AAS)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Chrom</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Chrom	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 1 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Chrom und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Chrom	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Chrom und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Chrom	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET-AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Aufschlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestimmungsverfahren ist nicht mehr gebräuchlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chrom	Aufschlüsse oder Extrakti- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- UAG: 0,01 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Nicht Bestandteil der Norm</li> <li>- Validiert für Chrom und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Chrom (VI)	Wasser	DIN 38405-24 (05/1987)	DEV - Photometrische Bestimmung von Chrom (VI) mittels 1,5-Diphenylcarbazid (D 24)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photometrische Bestimmung von Chrom(VI)</li> <li>- UAG: 0,05 mg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Probenabhängig</li> <li>- Validiert für: Chrom (VI)</li> </ul>	Die Farbreaktion ist auch Basis vieler automatisierter Cr(VI) Bestimmungen. Das Verfahren ist geeignet für matrixhaltige Wässer.	FBU / Forum-AU: geeignet
Chrom (VI)	Wasser	DIN 38405-52 (11/2020)	DEV - Photometrische Bestimmung des gelösten Chrom(VI) in Wasser (D 52)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photometrische Bestimmung von Chrom(VI) mittels Einzelanalysensystem, CFA, FIA, FIA</li> <li>- UAG: 0,00002-0,002 mg/L je nach Messtechnik</li> <li>- Validiert für: Chrom (VI)</li> </ul>	Die Farbreaktion erfolgt mit 1,5-Diphenylcarbazid mit anschließender UV-Detektion. Es sind auch Kopplungstechniken möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Chrom (VI)	Wasser	DIN EN ISO 10304-3 (11/1997)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie – Teil 3: Bestimmung von Chromat, Iodid, Sulfit, Thiocyanat und Thiosulfat	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Anionen mittels IC und UV Detektion</li> <li>- UAG: 0,05 mg/L; Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Chromat und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chrom (VI)	Abfall Boden	DIN EN ISO 15192 (02/2007) (01/2022)	Boden und Abfall - Bestimmung von sechswertigem Chrom in Feststoffen durch alkalischen Aufschluss und Ionenchromatographie mit photometrischer Detektion	BBodSchV	- Alkalischer Aufschluss mit IC- oder photometrischer Detektion	Norm ist für die Bestimmung in Feststoffen konzipiert und demzufolge nicht für die Bestimmung in wässrigen Medien geeignet.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38405-52
Chrom (VI)	Wasser	DIN EN ISO 23913 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Chrom(VI) - Verfahren mittels Fließanalytik (FIA und CFA) und spektrometrischer Detektion		- Automatisierte photometrische Bestimmung von Chrom(VI) mittels CFA oder FIA - UAG: 0,02 mg/L (FIA), 0,002 mg/L (CFA) - Validiert für: Chrom (VI)	Die Farbreaktion erfolgt mit 1,5-Diphenylcarbazid mit anschließender UV-Detektion.	FBU / Forum-AU: geeignet
Cyanid, gesamt	Wasser	E-DIN EN ISO 14403 (05/1998)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des gesamten Cyanids und des freien Cyanids mit der kontinuierlichen Fließanalytik	VersatzV	- Bestimmung von freiem Cyanid und Gesamtcyanid mittels CFA - UAG: 3 µg/L - Probenaufarbeitung: Filtrieren, pH-Wert einstellen - Keine Verfahrenskenndaten vorhanden		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14403-1 und 14403-2
Cyanid, gesamt	Boden	E-DIN ISO 11262 (06/1995)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Gesamtcyanid	VersatzV	- Bestimmung von Gesamtcyanid mittels Photometrie oder Titrimetrie - UAG: 0,5 mg/kg (Photometrie), 10 mg/kg (Titrimetrie) - Probenaufarbeitung: Verfahrensabhängig - Validiert für: Gesamtcyanid	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14403-1 und 14403-2



Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Wasser	DIN 38405-13 (02/1981) (04/2011)	DEV - Bestimmung von Cyaniden (D 13)	BBodSchV DepV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von leicht freisetzbarem Cyanid oder Gesamtcyanid (Verfahrensabhängig)</li> <li>- UAG: 0,09 mg/L (leicht freisetzbares Cyanid), 0,26 mg/L (Gesamtcyanid)</li> <li>- Probenaufarbeitung: Methodenabhängig</li> <li>- Validiert für: leicht freisetzbares Cyanid und Gesamtcyanid</li> </ul>	Es handelt sich um eine manuelle photometrische Methode.	FBU / Forum-AU: geeignet
Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Wasser	DIN EN ISO 14403-1 (10/2012)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Gesamtcyanid und freiem Cyanid mittels kontinuierlichen Fließanalytik	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von freiem Cyanid und Gesamtcyanid mittels FIA</li> <li>- UAG: 2 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtrieren, pH-Wert einstellen, dunkel lagern</li> <li>- Validiert für: Freies Cyanid und Gesamtcyanid</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Wasser	DIN EN ISO 14403-2 (10/2012)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Gesamtcyanid und freiem Cyanid mittels kontinuierlichen Fließanalytik	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von freiem Cyanid und Gesamtcyanid mittels CFA</li> <li>- UAG: 2 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtrieren, pH-Wert einstellen, dunkel lagern</li> <li>- Validiert für: Freies Cyanid und Gesamtcyanid</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Boden	DIN EN ISO 17380 (10/2013)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Gehalts an Gesamtcyanid und leicht freisetzbarem Cyanid - Verfahren mittels kontinu- ierlicher Durchflussanalyse	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von leicht frei- setzbarem Cyanid (CFA) oder Gesamtcyanid (Photometrie)</li> <li>- UAG: 1 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Extraktion der Probe mittels NaOH, an- schließend abhängig vom un- tersuchten Parameter</li> <li>- Validiert für: leicht freisetzba- res Cyanid und Gesamtcyanid</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14403-1 und 14403-2
Cyanid, leicht freisetzbar	Wasser	DIN 38405-14 (12/1988)	DEV - Bestimmung von Cyaniden in Trinkwasser, gering belastetem Grund- und Oberflächenwasser (D 14)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von leicht frei- setzbarem Cyanid oder Ge- samtcyanid mittels Photometrie</li> <li>- Verfahren für Trinkwasser</li> <li>- Cadmiumzusatz aus DIN 38405-13 hier nicht erforderlich</li> <li>- UAG 0,22 mg/l (CN<sub>ges</sub>), Ar- beitsbereich sollte 1 mg/l nicht überschreiten</li> <li>- Wiederfindungsraten im Ver- gleich zu DIN 38405-13 vor- handen</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Nor- mungsgremium durch DIN 38405-13 er- setzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14403-1 und 14403-2
Fluorid	Wasser	DIN 38405-4 (07/1985)	DEV - Bestimmung von Fluorid (D 4)	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Fluorid mit- tels Ionenselektiver Elektrode oder Potentiometrie</li> <li>- UAG: 0,02 mg/L (Ionenselekti- ve Elektrode), 0,2 mg/L (Po- tentiometrie)</li> <li>- Probenaufarbeitung: Metho- denabhängig</li> <li>- Validiert für: Fluorid</li> </ul>	Die Nennung der Methode im Anhang 4 der BBodSchV, Tabelle 6, Zeile 'Fluorid, Sulfat' bezieht sich nur auf Fluorid.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Fluorid	Wasser	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssig- keits- Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Anionen mit- tels IC</li> <li>- UAG: 0,1 mg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: Proben- abhängig</li> <li>- Validiert für: Fluorid und weite- re Parameter</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 1 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Kobalt und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,2 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Kobalt und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Kobalt	Aufschlüsse oder Extrak- tionlösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurene- lementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 1 µg/l (radial) bzw. 0,4 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für Kobalt und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kupfer	Wässer und Schlämme bzw. Sedi- mente nach Aufschluss	DIN 38406-7 (09/1991)	Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptions- spektrometrie (AAS)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flammen-AAS bzw. ET-AAS</li> <li>- UAG der Norm 100 µg/l bzw. 2 µg/l</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfah- ren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Kupfer	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 2 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Kupfer und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Kupfer	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Kupfer und weite- re Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Kupfer		DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmi- um, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserex- trakt - Flammen- und elekt- rothermisches atomabsorp- tionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET- AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Auf- schlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfah- ren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Kupfer	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 1,5 µg/l (radial) bzw. 0,3 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für Kupfer und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Mangan	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 0,4 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Arsen und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Mangan	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Mangan und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Molybdän	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 2 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Molybdän</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Molybdän	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,3 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Molybdän und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Molybdän	Aufschlüsse oder Extrakti- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 2 µg/l (radial) bzw. 0,2 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Molybdän</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Nickel	Wässer und Schlämme bzw. Sedi- mente nach Aufschluss	DIN 38406-11 (09/1991)	Bestimmung von Nickel mittels Atomabsorptions- spektrometrie (AAS)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flammen-AAS bzw. ET-AAS</li> <li>- UAG der Norm 200 µg/l bzw. 5 µg/l</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Nickel	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 2 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Nickel und weitere Elemente</li> </ul>	Das ICP-MS- Verfahren ist bei geringen Konzentratio- nen wegen der niedrigeren UAG besser geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Nickel	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Nickel und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Nickel		DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmi- um, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königwasserex- trakt - Flammen- und elekt- rothermisches atomabsorp- tionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET- AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Auf- schlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Nickel	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 1,4 µg/l (radial) bzw. 0,3 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für Nickel und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Quecksilber	Wässer	DIN EN 1483 <del>(08/1997)</del> (07/2007)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS nach Reduk- tion durch SnCl<sub>2</sub> oder NaBH<sub>4</sub></li> <li>- UAG der Norm 0,1 µg/l</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Nor- mungsgremium durch DIN EN ISO 12846 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 12846

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Quecksilber	Schlamm, Bioabfall, Boden	DIN EN 16175-1 (12/2016)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Be- stimmung von Quecksilber - Teil 1: Kaltdampf- Atomabsorptionsspektro- metrie (CV-AAS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS nach Reduk- tion durch SnCl<sub>2</sub></li> <li>- BG der Norm 0,03 mg/kg (Feststoff)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- validiert für Hg in Schlamm, Kompost und Boden</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 12846
Quecksilber	Schlamm, Bioabfall, Boden	DIN EN 16175-2 (12/2016)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Be- stimmung von Quecksilber - Teil 2: Kaltdampf- Atomfluoreszenzspektro- metrie (CV-AFS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AFS nach Reduk- tion durch SnCl<sub>2</sub> oder NaBH<sub>4</sub></li> <li>- BG der Norm 0,003 mg/kg (Feststoff)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- validiert für Hg in Schlamm, Kompost und Boden</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 12846
Quecksilber	Wässer	DIN EN ISO 12846 (08/2012)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektro- metrie (AAS) mit und ohne Anreicherung	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-AAS nach Reduk- tion durch SnCl<sub>2</sub> mit und ohne Anreicherung</li> <li>- UAG der Norm 0,01 µg/l bzw. 0,05 µg/l</li> </ul>	Norm ersetzt DIN EN 1483 und DIN EN 12338.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Quecksilber	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,05 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Quecksilber</li> </ul>	Das ICP-MS- Verfahren ist geeignet, wenn Verschleppungen durch opti- mierte Spülpro- zedur kontrol- liert werden.	FBU / Forum-AU: geeignet



Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Quecksilber	Trink-, Oberflächen-, Grund- und Regenwasser	DIN EN ISO 17852 (04/2008)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie (CV-AFS)</li> <li>- UAG der Norm 0,01 µg/l</li> </ul>	Der Stabilisierungs- / Aufschlussschritt erfolgt mit KBr/KBrO <sub>3</sub> .	FBU / Forum-AU: empfohlen
Selen	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 7 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Selen</li> </ul>	Das ICP-MS-Verfahren ist bei geringen Konzentrationen wegen der niedrigeren UAG besser geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Selen	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Selen</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Selen	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 16 µg/l (radial) bzw. 0,8 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Selen</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Sulfat	Wasser	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssig- keits- Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	- Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektion - UAG der Norm 0,1 mg/l		FBU / Forum-AU: empfohlen
Sulfat	Wässer	DIN ISO 15923-1 (07/2014)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Parametern mittels Einzelanalysensystemen - Teil 1: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Orthophos- phat, Sulfat und Silikat durch photometrische De- tektion		- Einzelanalysensystem mit pho- tometrischer Detektion bzw. Trübungsmessung	Die Detektion von Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Ortho- phosphat, Sili- kat und Sulfat erfolgt photo- metrische mit einem Trü- bungsmessver- fahren zur Be- stimmung von Sulfat.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Tellur	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elemen- ten einschließlich Uran- Isotope		- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS - UAG: 2 µg/L - Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm - Validiert für: Tellur und weitere Elemente		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Thallium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES	Thallium ist nicht im Anwendungsbereich der Norm enthalten. Das ICP-MS-Verfahren ist wegen der niedrigeren UBG besser geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Thallium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV	- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS - UAG: 0,1 µg/L - Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm - Validiert für: Thallium und weitere Elemente		FBU / Forum-AU: empfohlen
Thallium	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	- ICP-OES - NG der Norm 13 µg/l (radial) bzw. 2 µg/l (axial) - Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm - nicht validiert für Thallium	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Uran	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope		- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS - UAG: 0,1 µg/L - Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm - Validiert für: Uran und weitere Elemente	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Vanadium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 1 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Vanadium</li> </ul>	Das ICP-MS-Verfahren ist bei geringen Konzentrationen wegen der niedrigeren UAG besser geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Vanadium	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Vanadium und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Vanadium	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 2 µg/l (radial) bzw. 0,3 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Vanadium</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Wolfram	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 10 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Wolfram</li> </ul>	Wolfram ist nicht im Anwendungsbereich der Norm enthalten, die Bestimmung ist aber möglich. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Wolfram	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 0,3 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Wolfram</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Wolfram	Aufschlüsse oder Extraktion- lösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> </ul>	Wolfram ist nicht im An- wendungsbe- reich der Norm enthalten, die Bestimmung ist aber möglich. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2
Zink	Wässer und Schlämme bzw. Sedi- mente nach Aufschluss	DIN 38406-8 <del>(10/1980)</del> (10/2004)	DEV - Bestimmung von Zink - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektro- metrie (AAS) in der Luft- Ethin-Flamme (E 8)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flammen-AAS Luft/Acetylen</li> <li>- UAG der Norm 10 µg/l</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Zink	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 1 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- Validiert für Zink und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Zink	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP- MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran- Isotope	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Zink und weitere Elemente</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Zink	Königswas- serextrakte von Böden	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmi- um, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserex- trakt - Flammen- und elek- trothermisches atomab- sorptionsspektrometrisches Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels Flammen-AAS / ET- AAS</li> <li>- BG: n.a.</li> <li>- Probenaufarbeitung: Vorgaben zur Verdünnung von Auf- schlusslösungen</li> <li>- Validiert für Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn</li> </ul>	Das Bestim- mungsverfahren ist nicht mehr gebräuch- lich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Zink	Aufschlüsse oder Extrak- tionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrak- ten mittels Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP- AES)	BBodSchV DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 0,8 µg/l (radial) bzw. 0,05 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- Validiert für: Zink und weitere Elemente</li> </ul>	Die Norm be- schreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2 oder DIN EN ISO 11885
Zinn	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plas- ma-Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-OES</li> <li>- BG: 60 µg/l</li> <li>- Probenaufarbeitung: Filtration sowie Aufschlussverfahren werden beschrieben</li> <li>- nicht validiert für Zinn</li> </ul>	Das ICP-MS- Verfahren ist bei geringen Konzentratio- nen wegen der niedrigeren UAG besser geeignet. Parameter ge- mäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-2: Anorganische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Zinn	Wässer und Aufschlüsse von Wässern, Schlämmen, Sedimenten	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS</li> <li>- UAG: 1 µg/L</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Zinn</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Zinn	Aufschlüsse oder Extraktionslösungen von Böden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICP-OES</li> <li>- NG der Norm 8 µg/l (radial) bzw. 6 µg/l (axial)</li> <li>- Probenaufarbeitung: nicht Teil der Norm</li> <li>- nicht validiert für Zinn</li> </ul>	Die Norm beschreibt ein Messverfahren für die Matrix Boden. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17294-2

---

### II.6.3 NÄHRSTOFFANALYTIK

Die Gehalte der Hauptnährstoffe Kalium und Phosphor werden in vielen Fällen unabhängig von ihrer tatsächlichen chemischen Bindungsform traditionell als Kaliumoxid ( $K_2O$ ) bzw. Phosphorpentoxid ( $P_2O_5$ ) angegeben. Sofern es sich bei den im Folgenden aufgeführten Methoden um Elementbestimmungen handelt, werden in dieser Methodensammlung unabhängig von der Nomenklatur der zu Grunde liegenden Normen und Verordnungen die Elementsymbole als Parameterbezeichnung verwendet.



Tabelle II.6-3: Nährstoffanalytik

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Wasser	DIN 38406-5 (10/1983)	DEV - Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E 5)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ammoniumionen werden bei Wasserdampfdestillation durch Zugabe von Phosphatpufferlösung als Ammoniak ausgetrieben</li> <li>- Ammoniak wird in Vorlage mit Borsäure überführt und mit Schwefelsäure titrimetrisch bestimmt</li> </ul>	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für Klärschlamm validiert ist. Nur in Verbindung mit DIN EN 14671 anwendbar.	FBU / Forum-AU: geeignet
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Klärschlamm, Schlamm	DIN EN 14671 (09/2006)	Charakterisierung von Schlämmen - Vorbehandlung zur Bestimmung des extrahierbaren Ammoniaks unter Verwendung von 2 mol/l Kaliumchlorid		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norm beschreibt nur Vorbehandlung der Probe</li> <li>- Bestimmung nicht geregelt in Norm</li> <li>- Verfahren validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Boden	DIN ISO 14255 (11/1998)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und löslichem Gesamt-Stickstoff in luft-trockenen Böden nach Extraktion mit Calciumchloridlösung		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung der löslichen Stickstoffanteile Nitrat, Nitrit und Ammonium sowie des organischen Stickstoffs in Bodenproben nach Extraktion mit 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-Lösung mittels Durchflussanalysesystemen (z. B. CFA)</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Wasser	DIN ISO 15923-1 (07/2014)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Parametern mittels Einzelanalysesystemen - Teil 1: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Orthophosphat, Sulfat und Silikat durch photometrische Detektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- photometrische Bestimmung von Ammonium mittels DiscretAnalyzer</li> </ul>	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für Klärschlamm validiert ist. Nur in Verbindung mit DIN EN 14671 anwendbar.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-3: Nährstoffanalytik

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Basisch wirksame Bestandteile	Düngemittel	VDLUFA- Methodenbuch Band II.2 Methode 4.5.1 (2008)	Bestimmung der Basisch wirksamen Bestandteile in Hüttenkalk, Konverterkalk aus (...) sowie organisch und organisch-mineralischen Düngemitteln	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Titrationsmethode</li> <li>- Zugabe Salzsäure im Überschuss und Rücktitration mittels Natriumhydroxid</li> <li>- Methode anwendbar für Hüttenkalk, Konverterkalk, Kalkdünger sowie organische und organisch-mineralische Dünger, die Calcium und Magnesium in basisch wirksamer Form als Silikat, Hydroxid, Carbonat oder Oxid enthalten</li> <li>- Methode ist ebenfalls anwendbar für Düngemittel, die diese Produkte als Kalkträger enthalten</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Klärschlamm, Schlamm	DIN EN 13342 (01/2001)	Charakterisierung von Schlämmen - Bestimmung des Stickstoffs nach Kjeldahl	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stickstoff nach Kjeldahl</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Die horizontale Norm ist hier zu bevorzugen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16169
Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Klärschlamm, Schlamm, Bioabfall, Boden, Kompost	DIN EN 16168 (11/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehalts mittels trockener Verbrennung		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stickstoff nach Dumas</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Stickstoff-Bestimmung nach Dumas ist grundsätzlich geeignet. Eine geringe Proben-einwaage führt bei inhomogenen Proben ggf. zu höherer Streuung.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.6-3: Nährstoffanalytik

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Klärschlamm, Schlamm, Bioabfall, Boden	DIN EN 16169 (11/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung des Kjeldahl-Stickstoffs	AbfKlärV	- Stickstoff nach Kjeldahl - Verfahren ist validiert	Es handelte sich um eine horizontale Norm.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Boden	DIN ISO 11261 (05/1997)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Gesamt- Stickstoff - Modifiziertes Kjeldahl-Verfahren		- Stickstoff nach Kjeldahl	Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16169
Phosphat	Wasser	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits- Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat	AbfKlärV	- Bestimmung mittels Ionenchromatographie in Wässern	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für andere Matrices validiert wurde.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 22036
Phosphat	Boden	DIN ISO 22036 (06/2009)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)		- Vermessung von Aufschlüssen mittels ICP-AES - BG ist Substanz- und Wellenlängenabhängig - Verfahren ist validiert		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-3: Nährstoffanalytik

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Phosphat	Boden	VDLUFA- Methodenbuch Band I Methode A 6.2.1.1	Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-Lactat-Auszug	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraktion der Nährstoffe Phosphor und Kalium aus lufttrockenen Böden mit einer sauren, auf pH 4,1 gepufferten Lösung, aus Calciumacetat, Calciumlactat und Essigsäure</li> <li>- anschließende photometrische Bestimmung</li> </ul>	Spezialmethode zur Bestimmung der Verfügbarkeit von Nährstoffen in landwirtschaftlichen Böden.	FBU / Forum-AU: geeignet
Phosphat	Boden	VDLUFA- Methodenbuch Band I Methode A 6.2.1.2	Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppellactat (DL)-Auszug	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraktion der Nährstoffe Phosphor und Kalium aus lufttrockenen Böden mit einer durch Salzsäure auf pH 3,6 eingestellten Lösung von Calciumlactat</li> <li>- anschließende photometrische Bestimmung</li> </ul>	Spezialmethode zur Bestimmung der Verfügbarkeit von Nährstoffen in landwirtschaftlichen Böden.	FBU / Forum-AU: geeignet
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Klärschlamm, Schlamm, Bioabfall, Boden, Kompost	DIN EN 16170 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung von Aufschlüssen mittels ICP-OES</li> <li>- BG ist Substanz- und Wellenlängenabhängig</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Klärschlamm, Schlamm, Bioabfall, Boden, Kompost	DIN EN 16171 (01/2017)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Elementen mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung von Aufschlüssen mittels ICP-MS</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.6-3: Nährstoffanalytik

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Wasser	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	AbfKlärV	- Bestimmung mittels ICP-OES	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für andere Matrices validiert wurde.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Wasser	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope	AbfKlärV	- Bestimmung mittels ICP-MS	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für andere Matrices validiert wurde.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Wasser	DIN EN ISO 6878 (09/2004)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Phosphor - Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat	AbfKlärV	-	Es handelt sich um ein Wasserungsverfahren, das nicht für andere Matrices validiert wurde.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16170

## II.7 ORGANISCHE ANALYTIK

### II.7.1 RELEVANTE ORGANISCHE STOFFGRUPPEN

**Unter den in den nachfolgend aufgeführten Tabellen genannten Stoffgruppen sind die folgenden Einzelverbindungen zu verstehen.** Die genannten Einzelverbindungen haben keinen Anspruch auf eine vollständige Abdeckung eines Gesamtgehaltes der entsprechenden Stoffgruppe, sondern stellen eine sinnvolle Konvention dar. Diese soll die Vergleichbarkeit von Analyseergebnissen erhöhen.

#### BTEX

- Benzol
- Toluol (Methylbenzol)
- Ethylbenzol
- o-Xylol (1,2-Dimethylbenzol)
- m-Xylol (1,3-Dimethylbenzol)
- p-Xylol (1,4-dimethylbenzol)

#### Chlorbenzole

- Chlorbenzol ( $C_6H_5Cl$ )
- 1,2-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,3-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,4-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,2,3-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,4-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,5-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,3,4-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- 1,2,3,5-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- Pentachlorbenzol ( $C_6HCl_5$ )
- Hexachlorbenzol ( $C_6Cl_6$ )

Chlorphenole

Einzelverbindungen, die nicht in jedem Fall alle analytisch einzeln erfasst werden können, können dann als Summe angegeben werden:

- 2-Chlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OCl)
- 3-Chlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OCl)
- 4-Chlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OCl)
  
- 2,3-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
- 2,4-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
- 2,5-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
- 2,6-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
- 3,4-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
- 3,5-Dichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OCl<sub>2</sub>)
  
- 2,3,4-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
- 2,3,5-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
- 2,3,6-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
- 2,4,5-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
- 2,4,6-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
- 3,4,5-Trichlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OCl<sub>3</sub>)
  
- 2,3,4,5-Tetrachlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>OCl<sub>4</sub>)
- 2,3,4,6-Tetrachlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>OCl<sub>4</sub>)
- 2,3,5,6-Tetrachlorphenol (C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>OCl<sub>4</sub>)
  
- 2,3,4,5,6-Pentachlorphenol (PCP) (C<sub>6</sub>Cl<sub>5</sub>OH)

DDT

DDT wurde als Insektizid eingesetzt und gehört zur Gruppe der Organochlorpestizide. Das kommerzielle Produkt besteht aus den Isomeren p,p'-DDT (ca. 77 %), o,p'-DDT (ca. 15 %) und den Abbauprodukten DDE und DDD. In der Umwelt wird DDT teilweise abgebaut, wobei als Hauptmetabolit p,p'-DDE entsteht. DDT und seine Transformationsprodukte werden auch als DDX bezeichnet:

- p,p'-DDT      1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(4-chlorophenyl)ethan
- o,p'-DDT      1,1,1-Trichloro-2-(2-chlorophenyl)-2-(4-chlorophenyl)ethan
- p,p'-DDE      1,1-bis-(4-chlorophenyl)-2,2-dichloroethen
- o,p'-DDE      2-(2-Chlorophenyl)-2-(4-chlorophenyl)-1,1-dichloroethen
- p,p'-DDD      1,1-Dichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethan
- o,p'-DDD      1-(2-Chlorophenyl)-1-(4-chlorophenyl)-2,2-dichloroethan

HCH-Gemisch (Hexachlorcyclohexan)

Die BBodSchV spricht nur von  $\beta$ -HCH oder HCH-Gemisch.

Es existieren fünf HCH-Isomere (Hexachlorcyclohexane):  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH,  $\epsilon$ -HCH, wobei Lindan ( $\gamma$ -HCH) als Insektizid der bekannteste Vertreter ist. In Abhängigkeit vom Herstellungsprozess kann technisches HCH bis zu 70 %  $\alpha$ -HCH und 10 %  $\beta$ -HCH enthalten. Sowohl relativ reines Lindan als auch technische Gemische unterschiedlicher Zusammensetzung wurden als Pflanzen- und Holzschutzmittel eingesetzt. Analytisch kann man alle 5 Isomere quantifizieren,  $\delta$ -HCH und  $\epsilon$ -HCH kommen aufgrund des geringen Anteils im Herstellungsprozess häufig nur in geringen Konzentrationen vor.

LHKW (leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe)

- Trichlorfluormethan (R11)
- 1,1,2-Trichlor-1,1,2-trifluoethan (R113)
- Dichlormethan
- Trichlormethan (Chloroform)
- Tetrachlormethan (Tetra)
- 1,1,1-Trichlorethan
- cis-1,2-Dichlorethen (cDCE)
- trans-1,2-Dichlorethen (tDCE)
- Trichlorethen (Tri)
- Tetrachlorethen (Per)
- Vinylchlorid (VC)

NSO-Heterocyclen

NSO-Heterocyclen besitzen in der Regel für Abfalluntersuchungen keine Relevanz.

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| ➤ Chinolin              | ➤ 2-Methylbenzothiophen  |
| ➤ Isochinolin           | ➤ 3-Methylbenzothiophen  |
| ➤ Acridin               | ➤ 5-Methylbenzothiophen  |
| ➤ Carbazol              | ➤ Benzofuran             |
| ➤ 2-Methyl-Chinolin     | ➤ 2-Methylbenzofuran     |
| ➤ 6-Methylchinolin      | ➤ 3-Methylbenzofuran     |
| ➤ 7-Methyl-Chinolin     | ➤ 2,3-Dimethylbenzofuran |
| ➤ 2,4-Dimethyl-Chinolin | ➤ Cumarin                |
| ➤ 2,6-Dimethyl-Chinolin | ➤ Dibenzofuran           |
| ➤ Benzothiophen         | ➤ 2-Methyldibenzofuran   |
| ➤ Dibenzothiophen       | ➤ Xanthen                |



Organochlorpestizide (OCP)

Die folgenden Verbindungen sind mit Gaschromatographie analysierbar:

- Aldrin
- Chlordan
- Dieldrin
- DDT<sup>9</sup>
- Endrin
- Heptachlor
- Hexachlorbenzol (HCB)
- Mirex
- Chlordecon

Organozinnverbindungen

Organozinnverbindungen (auch als OZV, Zinnorganische Verbindungen oder Zinnorganyle bezeichnet) finden/fanden hauptsächlich Anwendung als PVC-Stabilisatoren und als Biozide (z. B. als Holzschutzmittel).

- Monobutylzinnkation      MBT ( $\text{BuSn}^{3+}$ )
- Dibutylzinnkation        DBT ( $\text{Bu}_2\text{Sn}^{2+}$ )
- Tributylzinnkation        TBT ( $\text{Bu}_3\text{Sn}^+$ )
- Monoctylzinnkation      MOT ( $\text{OcSn}^{3+}$ )
- Dioctylzinnkation        DOT ( $\text{Oc}_2\text{Sn}^{2+}$ )
- Triphenylzinnkation      TPhT ( $\text{Ph}_3\text{Sn}^+$ )
- Tricyclohexylzinnkation TcyT ( $\text{Cy}_3\text{Sn}^+$ )
- Tetrabutylzinn            TTBT ( $\text{Bu}_4\text{Sn}$ )

PAK

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

- |                 |                       |                         |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| ➤ Naphthalin    | ➤ Fluoranthen         | ➤ Benzo(a)pyren         |
| ➤ Fluoren       | ➤ Pyren               | ➤ Indeno(1,2,3-cd)pyren |
| ➤ Acenaphthylen | ➤ Benz(a)anthracen    | ➤ Dibenz(a,h)anthracen  |
| ➤ Acenaphthen   | ➤ Chrysen             | ➤ Benzo(ghi)perylene    |
| ➤ Anthracen     | ➤ Benzo(b)fluoranthen |                         |
| ➤ Phenanthren   | ➤ Benzo(k)fluoranthen |                         |

<sup>9</sup> S. a. Eintrag zu DDT in Kap. II.7.1.

## PBDE-Einzelstoffe

- 2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether (BDE-47)
- 2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether (BDE-99)
- 2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether (BDE-100)
- 2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether (BDE-154)
- 2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether (BDE-153)
- 2,2',3,4,4',5',6-Heptabromdiphenylether (BDE-183)
- Decabromdiphenylether (BDE-209)
- 2,4,4'-Tribromdiphenylether (BDE-17)
- 2,2',3,4',4-Pentabromdiphenylether (BDE-85)

## PCB

Die Aufstellung der korrekten Bezeichnung für Einzelverbindungen der Stoffgruppen PCB bzw. PBDE nach IUPAC erfolgt anhand der Stellung der Substituenten im Molekül. Hierbei ist die in Abbildung II.7.1-1 beschriebene Zählweise zugrunde zu legen.

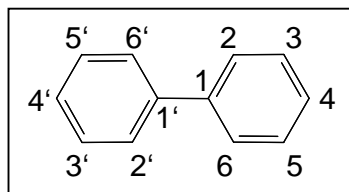


Abbildung II.7-1: Zählweise zur Ermittlung der Stellung von Substituenten im Molekül am Beispiel Biphenyl

- 2,4,4'-Trichlorbiphenyl (PCB-28)
- 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl (PCB-52)
- 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl (PCB-101)
- 2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl (PCB-118)
- 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl (PCB-138)
- 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (PCB-152)
- 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl (PCB-180)

Da die Bestimmung der insgesamt 209 Kongenere der PCB einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, wurde Mitte der 80er Jahre durch das Bundesgesundheitsamt vorgeschlagen, Leitkongenere zu bestimmen und zu quantifizieren. Die Auswahl der sechs Leitkongenere geschah seinerzeit nicht nach toxikologischen Gesichtspunkten, sondern aufgrund der hohen Konzentration und vergleichsweise guten Bestimmbarkeit dieser Kongenere – es sind die quantitativ bedeutendsten Bestandteile der industriellen PCB-Gemische.

Durch Ermittlung des Anteils der sechs Leitkongenere in den gebräuchlichen PCB-Gemischen wurde empirisch ein Faktor zur Ermittlung des Gesamtgehaltes aus der Konzentration der Leitkongenere festgelegt. Er ist heute als LAGA-Faktor (Gesamtgehalt = Summe der Gehalte der Leitkongenere x 5) bekannt und gilt für eine Mischung der technischen Gemische Clophen A30, A50 und A60 im Verhältnis 2:1:1. Werden andere Mischungsverhältnisse von anderen Clophen-Produkten verwendet, so kann dieser Faktor zwischen 4,9 und 5,9 schwanken; der Faktor 5 stellt aber eine recht gute Näherung dar.

Soll also über die 6 Leitkongenere nach Ballschmiter-PCB der Gesamtgehalt an PCB in einer Feststoffprobe ermittelt werden, so ist die Summe dieser 6 Ballschmiter-Kongenere mit 5 zu multiplizieren.

Dieser Faktor wurde bereits Ende der 80er Jahre in das nationale Recht übernommen und fand in der Folge auch Eingang in die europäische Normung. Diese Berechnung des PCB-Gesamtgehaltes stellt auch heute noch geltendes Recht dar und ist insofern auch bei der auf dem Chemikalienrecht fußenden Einstufung von Abfällen als gefährlich/nicht gefährlich ausschlaggebend.

In den letzten Jahren ist deutlich gemacht worden, dass andere Kongenere (dioxinähnliche PCB) besser geeignet wären, die toxikologische Relevanz der PCB zu beschreiben. Es wurden Messprogramme aufgesetzt, die sowohl coplanare als auch orthosubstituierte PCB zum Untersuchungsgegenstand hatten. Die coplanaren PCB treten in den technischen Gemischen jedoch nur untergeordnet auf. Ihre Bestimmung wurde erst um die Jahrtausendwende durch Verbesserung der Untersuchungsverfahren und der damit verbundenen Erniedrigung der Bestimmungsgrenzen möglich.

Für die Untersuchung von Abfällen wurde festgelegt, dass PCB-118<sup>10</sup> zusätzlich zu den bisher verwendeten 6 Leitkongeneren zu bestimmen ist. Es handelt sich dabei aber nicht um ein coplanares, sondern um ein mono-ortho-substituiertes (Pentachlor-) PCB-Kongener, das in vergleichsweise hohen Konzentrationen vorliegen kann.

---

<sup>10</sup> In der Drucksache 19/29636 vom 12.05.2021 „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ wird auf S. 288 die Aufnahme des Kongener PCB-118 in die Stoffgruppe PCB der Anlage 1 Tabelle 2 und 4 der BBodSchV auch hinsichtlich der Bewertung erläutert.

## PCDD/F

Tabelle II.7-1: Toxizitätsäquivalentfaktoren für chlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), chlorierte Dibenzofurane (PCDF) und dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle (di-PCB)

Verbindung	NATO/CCMS (I-TEF)	WHO 1998 TEF	WHO 2005 TEF <sup>11</sup>
<b>Chlorierte Dibenzo-p-dioxine</b>			
2,3,7,8-TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001	<b>0,0003</b>
<b>Chlorierte Dibenzofurane</b>			
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05	<b>0,03</b>
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5	<b>0,3</b>
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001	<b>0,0003</b>
<b>Dioxinähnliche PCB</b>			
<b>Non-ortho substituierte PCB</b>			
77		0,0001	0,0001
81		0,0001	<b>0,0003</b>
126		0,1	0,1
169		0,01	<b>0,03</b>
<b>Mono-ortho substituierte PCB</b>			
105		0,0001	<b>0,00003</b>
114		0,0005	<b>0,00003</b>
118		0,0001	<b>0,00003</b>
123		0,0001	<b>0,00003</b>
156		0,0005	<b>0,00003</b>
157		0,0005	<b>0,00003</b>
167		0,00001	<b>0,00003</b>
189		0,0001	<b>0,00003</b>

<sup>11</sup> Änderungen der TEF in **fett**.

## PFAS

Unter den per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) wird eine Vielzahl von Verbindungen (mehrere tausend) mit unterschiedlichsten Einsatzgebieten verstanden. Derzeit sind für 13 PFAS-Einzelstoffe (siehe unten) Bewertungsmaßstäbe (Geringfügigkeitsschwellenwerte/ Gesundheitliche Orientierungswerte) festgelegt<sup>12</sup>:

- |                               |                                                                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ Perfluorbutansäure          | PFBA (C <sub>4</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>7</sub> )                                           |
| ➤ Perfluorpentansäure         | PFPeA (C <sub>5</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>9</sub> )                                          |
| ➤ Perfluorhexansäure          | PFHxA (C <sub>6</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>11</sub> )                                         |
| ➤ Perfluorheptansäure         | PFHpA (C <sub>7</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>13</sub> )                                         |
| ➤ Perfluoroctansäure          | PFOA (C <sub>8</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>15</sub> )                                          |
| ➤ Perfluorononansäure         | PFNA (C <sub>9</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>17</sub> )                                          |
| ➤ Perfluordecansäure          | PFDA (C <sub>10</sub> HO <sub>2</sub> F <sub>19</sub> )                                         |
| ➤ Perfluorbutansulfonsäure    | PFBS (C <sub>4</sub> HO <sub>3</sub> F <sub>9</sub> S)                                          |
| ➤ Perfluorhexansulfonsäure    | PFHxS (C <sub>6</sub> HO <sub>3</sub> F <sub>13</sub> S)                                        |
| ➤ Perfluorheptansulfonsäure   | PFHpS (C <sub>7</sub> HO <sub>3</sub> F <sub>15</sub> S)                                        |
| ➤ Perfluoroctansulfonsäure    | PFOS (C <sub>8</sub> HO <sub>3</sub> F <sub>17</sub> S)                                         |
| ➤ 6:2-Fluortelomersulfonsäure | 6:2 FTSA (H <sub>4</sub> PFOS) (C <sub>8</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> F <sub>13</sub> S) |
| ➤ Perfluoroctansulfonamid     | PFOSA (C <sub>8</sub> H <sub>2</sub> F <sub>17</sub> NO <sub>2</sub> S)                         |

Hinweise auf weitere erfassbare Einzelstoffe können dem LAGA Grundlagenpapier „PFAS: Vorschlag zur Erweiterung des Untersuchungs- und Bewertungsspektrums sowie Vorschlag geeigneter Analysenmethoden“ entnommen werden.

## Phenole

Die unten genannten Verbindungen repräsentieren typische Kontaminationen mit Phenolen im Bereich der Altlastanalytik und werden daher zur Verwendung für die Bildung entsprechender Summenparameter empfohlen.

- 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-Ethylphenol; 3-Ethylphenol; 4-Ethylphenol
- 2,3,5-Trimethylphenol; 2,3,6-Trimethylphenol; 2,4,6-Trimethylphenol; 3,4,5-Trimethylphenol

<sup>12</sup> Bei einigen PFAS (z. B. PFOS) können maßgebliche Anteile verzweigter Isomere in Umweltproben auftreten. Unter der Quantifizierung der Gehalte im Sinne der Aufzählung wird daher jeweils der Gesamtgehalt aller Isomere des jeweiligen Perfluoralkylsulfonats bzw. Perfluoralkylcarboxylats verstanden.

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

Die folgenden Verbindungen sind überwiegend mit HPLC analysierbar:

- Glyphosat
- Aminomethylphosphonsäure (AMPA) (Abbauprodukt des Glyphosat)
- Atrazin
- Bromacil
- Diuron
- Hexazinon
- Simazin
- Desethylatrazin
- Dimefuron
- Ethidimuron
- 2,6-Dichlorbenzamid
- Terbutylazin
- Flumioxazin
- Thiazafuron
- Flazasulfuron.

STV (Sprengstofftypische Verbindungen)

Unter sprengstofftypischen Verbindungen werden die im Folgenden gelisteten Verbindungen verstanden. Alle Einzelstoffe sind mittels HPLC und UV-Detektion analysierbar. Zusätzlich sind die mit \* gekennzeichneten Verbindungen auch mittels GC und die mit # gekennzeichneten Verbindungen mittels HPLC-MS/MS analysierbar.

- 2-Nitrotoluol, 3-Nitrotoluol, 4-Nitrotoluol \*
- 2,4-Dinitrotoluol, 2,6-Dinitrotoluol \* #
- 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) \* #
- 2-Amino-4,6-Dinitrotoluol, 4-Amino-2,6-Dinitrotoluol \* #
- Nitropenta (PETN) #
- 1,3,5-Trinitro-hexahydro-1,3,5-triazin (Hexogen) #
- Nitrobenzol \*
- 1,3-Dinitrobenzol #
- 1,3,5-Trinitrobenzol \* #
- 2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) #
- N-Methyl-N-2,4,6-tetranitroanilin #
- Oktogen (HMX) #

## II.7.2 ORGANISCHE ANALYTIK (BESTIMMUNG VON FESTSTOFFGEHALTEN)

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
1,3,5- Trinitrobenzol		s. STV					
2,4,6- Trinitrotoluol		s. STV					
2,4- Dinitrotoluol		s. STV					
2,6- Dinitrotoluol		s. STV					
2-Amino-4,6- Dinitrotoluol		s. STV					
2-Nitrotoluol		s. STV					
3-Nitrotoluol		s. STV					
4-Amino-2,6- Dinitrotoluol		s. STV					
4-Nitrotoluol		s. STV					
Aldrin		s. OCP					
BTEX	Wasser	DIN 38407-9 (05/1994)	DEV - Bestimmung von Benzol und einigen Deri- vaten mittels Gaschroma- tographie (F 9)	VersatzV		Es handelt sich um ein Wasserverfahren, das ungeeignet zur Analytik von Gehalten in Fest- stoffen ist. Die Norm wurde ersatzlos zu- rückgezogen. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 22155

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
BTEX	Boden	DIN EN ISO 15009 (07/2016)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromati- schen Kohlenwasserstof- fen, Naphthalin und flüch- tigen Halogenkohlenwas- serstoffen - Purge-und- Trap-Anreicherung mit thermischer Desorption		- Verfahren mittels Anrei- cherung der Analyten durch Purge-and-trap- Technologie	Für gering belastete Böden ist das Verfahren geeignet. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
BTEX	Boden	DIN EN ISO 22155 (07/2016)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung flüchtiger aromatischer Kohlenwas- serstoffe, Halogenkoh- lenwasserstoffe und aus- gewählter Ether - Stati- sches Dampfraum- Verfahren	DepV ErsatzbaustoffV	- Probenmaterial wird vor Ort mit Methanol über- schichtet, extrahiert und der Extrakt in ein mit Wasser befülltes Head- space-Vial überführt - gaschromatographische Analyse der flüchtigen Verbindungen in der gas- förmigen Phase mit Hilfe von Dampfrauminjektion und geeigneter Kapillar- säule - Flüchtige organische Ver- bindungen werden mit geeigneten Detektoren (MS FID, ECD) nachge- wiesen - Untere Anwendungsgren- ze des Verfahrens abhän- gig von Analyten und ver- wendetem Detektor - Verfahren ist validiert	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen



Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chlorbenzole (Tri-, Tetra-, Pentachlorbenzole und HCB)	Boden, Sediment	DIN ISO 10382 (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang-Detektor	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nach geeigneter Vorbehandlung wird Untersuchungsprobe mit einer Kohlenwasserstofflösung extrahiert</li> <li>- Extrakt wird bei Bedarf aufgereinigt und anschl. gaschromatographisch analysiert</li> <li>- Verbindungen werden über eine Kapillarsäule getrennt</li> <li>- Bestimmung erfolgt mittels eines Elektroneneinfang-Detektors (ECD)</li> <li>- Bestimmungsgrenze ist abhängig von Determinanten, eingesetzten Geräten, Qualität der Chemikalien zur Extraktion der Bodenprobe und Reinigung des Extrakts</li> </ul>	Es ist nur ECD als Detektor vorgesehen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 23646
Chlorbenzole (Tri-, Tetra-, Pentachlorbenzole und HCB)	Boden, Sediment	DIN ISO 23646 (09/2023)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Organochlorpestiziden mittels Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion (GC-MS) und Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektion (GC-ECD)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die quantitative Bestimmung von Organochlorpestiziden (OCP) und halbflüchtigen Chlorbenzolen in Boden und Sediment mittels GC-MS und GC-ECD</li> </ul>	Es handelt sich um ein Verfahren mit MS-Detektion und Detektion mittels ECD.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chlorphenole	Boden, Sedimente, Abfall	DIN ISO 14154 (12/2005)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausge- wählten Chlorphenolen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektronen- Einfang-Detektion		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze 0,01 bis 0,05 mg/kg</li> <li>- Aceton/Hexan Säure- Extraktion</li> <li>- cleanup durch Säure/ Base-Extraktionen</li> <li>- Acetylierung</li> <li>- 15 Chlorphenole</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die Anwendung der MS-Detektion ist üblich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
DDT		s. OCP					
Hexachlor- benzol (HCB)		s. OCP					
Hexachlor- cyclohexan (HCH)		s. OCP					
Hexanitro- diphenylamin (Hexyl)		s. STV					
Hexogen		s. STV					
LHKW	Wasser	DIN EN ISO 10301 (08/1997)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe - Gas- chromatographische Ver- fahren	VersatzV		Es handelt sich um ein Wasserverfahren, das ungeeignet zur Analytik von Gehalten in Fest- stoffen ist. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 22155

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
LHKW	Boden	DIN EN ISO 15009 (07/2016)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromati- schen Kohlenwasserstof- fen, Naphthalin und flüch- tigen Halogenkohlenwas- serstoffen - Purge-und- Trap-Anreicherung mit thermischer Desorption		- Verfahren mittels Anrei- cherung der Analyten durch Purge-and-trap- Technologie	Für gering belastete Böden ist das Verfahren geeignet. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
LHKW	Boden	DIN EN ISO 22155 (07/2016)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung flüchtiger aromatischer Kohlenwas- serstoffe, Halogenkoh- lenwasserstoffe und aus- gewählter Ether - Stati- sches Dampfraum- Verfahren	ErsatzbaustoffV	- Probenmaterial wird vor Ort mit Methanol über- schichtet, extrahiert und der Extrakt in ein mit Wasser befülltes Head- space-Vial überführt - gaschromatographische Analyse der flüchtigen Verbindungen in der gas- förmigen Phase mit Hilfe von Dampfrauminjektion und geeigneter Kapillar- säule - Flüchtige organische Ver- bindungen werden mit geeigneten Detektoren (MS FID, ECD) nachge- wiesen - Untere Anwendungsgren- ze des Verfahrens abhän- gig von Analyten und ver- wendetem Detektor - Verfahren ist validiert	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
MKW	Boden	ISO/TR 11046 ( <del>06/1994</del> )	Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Böden	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-FID nach Extraktion mit Trifluortrichlorethan</li> <li>- keine Angaben zur Validierung</li> </ul>	Die Norm wurde wegen des Verbots der Verwendung von Trifluortrichlorethan zurückgezogen. In der VersatzV ist alternativ die Extraktion mit Petrolether vorgegeben, daher sollte gleich die DIN EN ISO 16703 angewandt werden. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 16703
MKW	Abfall	DIN EN 14039 ( <del>12/2000</del> ) (01/2005)	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie	DepV ErsatzbaustoffV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-FID-Detektion nach Lösungsmittlextraktion</li> <li>- Verfahren ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm ist auch für Boden validiert. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
MKW	Boden	DIN EN ISO 16703 (09/2011)	Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40		<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-FID-Detektion nach Lösungsmittlextraktion</li> <li>- Verfahren ist für den Parameter validiert</li> </ul>	Norm ist auch für Abfall validiert. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
MKW	Abfall, Boden	LAGA-Mitteilung 35 (LAGA KW/04) ( <del>11/2009</del> ) (09/2019)	Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen	DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- basiert auf DIN EN 14039</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
MKW, leichtflüchtig (aliphatische und aromatische Verbindungen)	Boden	DIN EN ISO 16558-1 (11/2020)	Bodenbeschaffenheit - Mineralölkohlenwasserstoffe für die Risikobeurteilung - Teil 1: Bestimmung aliphatischer und aromatischer Fraktionen leichtflüchtiger Mineralölkohlenwasserstoffe mittels Gaschromatographie (statisches Headspace-Verfahren)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-MS-Detektion einzelner Verbindungen nach Methanol-Extraktion</li> <li>- Verfahren ist nicht validiert</li> </ul>	Es erfolgt die Analytik einzelner Verbindungen und anschließende Summation der Gehalte.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Nitrobenzol		s. STV					
Nitropenta (PETN)		s. STV					
N-Methyl-N-2,4,6-tetra-nitroanilin		s. STV					
Oktogen (HMX)		s. STV					

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Organochlorpestizide (OCP)	Boden, Sediment	DIN ISO 10382 (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang-Detektor	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nach geeigneter Vorbehandlung wird Untersuchungsprobe mit einer Kohlenwasserstofflösung extrahiert</li> <li>- Extrakt wird bei Bedarf aufgereinigt und anschl. gaschromatographisch analysiert</li> <li>- Verbindungen werden über eine Kapillarsäule getrennt</li> <li>- Bestimmung erfolgt mittels eines Elektroneneinfang-Detektors (ECD)</li> <li>- Bestimmungsgrenze ist abhängig von Determinanten, eingesetzten Geräten, Qualität der Chemikalien zur Extraktion der Bodenprobe und Reinigung des Extrakts</li> </ul>	Es ist nur ECD als Detektor vorgesehen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 23646
Organochlorpestizide (OCP)	Boden, Sediment	DIN ISO 23646 (08/2023)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Organochlorpestiziden mittels Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion (GC-MS) und Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektion (GC-ECD)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die quantitative Bestimmung von Organochlorpestiziden (OCP) und halbflüchtigen Chlorbenzolen in Boden und Sediment mittels GC-MS und GC-ECD</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Es handelt sich um ein Verfahren mit MS-Detektion und Detektion mittels ECD.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Organozinn- verbindungen	Boden, Sedimente, Abfall, Schlamm	DIN EN ISO 23161 (04/2019)	Bestimmung ausgewähl- ter Organozinnverbin- dungen - Gaschromato- graphisches Verfahren	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenaufarbeitung für ionische Verbindungen: Gefriertrocknung, Vermahlung, Derivatisierung, Säulenaufreinigung</li> <li>- Probenaufarbeitung für peralkylierte Verbindungen: Hexanextraktion der feldfrischen Probe, Säulenaufreinigung (ohne Derivatisierung)</li> <li>- BG: 10 µg/kg (je Verbindung)</li> <li>- Validierung vorhanden</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
PAK	Schlamm, Boden, Bioabfall	DIN EN 16181 <del>(08/2019)</del>	Boden, behandelter Bio- abfall und Schlamm - Bestimmung von polycyc- lischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) mittels Gaschro- matographie (GC) und Hochleistungs- Flüssigkeitschromatogra- phie (HPLC)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC- oder HPLC-Detektion nach Lösungsmittel- oder Soxhlet-Extraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zu- rückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 17503 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503
PAK	Boden, Schlamm, behandelter Bioabfall, Abfall	DIN EN 17503 (08/2022)	Boden, Schlamm, be- handelter Bioabfall und Abfall - Bestimmung von polycyclischen aromati- schen Kohlenwasserstof- fen (PAK) mittels Gas- chromatographie (GC) und Hochleistungs- Flüssigkeitschromatogra- phie (HPLC)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modularer Aufbau für ver- schiedene Anwendungs- bereiche</li> <li>- GC-MS und HPLC- Detektion nach Lösungs- mittelextraktion mit ver- schiedenen Verfahrens- möglichkeiten</li> <li>- Norm ist validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist vali- diert für Boden, Kom- post, Schlamm, Bioab- fall, Bauschutt, konta- minierten Boden, Dach- pappe, Schredderleicht- fraktion, Schlamm und Altholz.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PAK	Boden	DIN ISO 13877 (01/2000)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen - Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie-(HPLC-)Verfahren	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HPLC-Detektion nach Lösungsmittel- oder Soxhlet-Extraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503
PAK	Boden	Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW (1994)	Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Bodenproben	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösemittelextraktion im Ultraschall und HPLC-Detektion oder Soxhlet-Extraktion und GC-MS-Analytik</li> <li>- Norm ist für die Parameter nicht validiert</li> </ul>	Mit der DIN EN 17503 ist diese Verfahrensbeschreibung nicht mehr erforderlich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503
PAK (BaP)	Klärschlamm, Gewässersediment	DIN 38414-23 (02/2002)	Schlamm und Sedimente - Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) durch Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und Fluoreszenzdetektion	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HPLC-Detektion nach Lösungsmittelextraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Für den Anwendungsbereich sehr gut geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
PAK (BaP)	Schlamm, Boden, Bioabfall	DIN CEN/TS 16181 (12/2013)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) mittels Gaschromatographie (GC) und Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie (HPLC)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC- oder HPLC-Detektion nach Lösungsmittelextraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 16181 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503



Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PAK (BaP)	Abfall	DIN EN 15527 (09/2008)	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Abfall mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC/MS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-MS-Detektion nach Lösungsmittlextraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 17503 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503
PAK (BaP)	Boden	DIN ISO 18287 (05/2006)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) - Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)	AbfKlärV BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-MS-Detektion nach Lösungsmittlextraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Das Ergebnis ist entgegen der Angabe nach Kap. 8 (Auswertung) bei Messwerten < 1 mg/kg auf zwei signifikante Stellen zu runden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17503
PBDE	Abfall	DIN EN 16377 (12/2013)	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung bromierter Flammschutzmittel (BFR) in Feststoffabfall		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung ausgewählter polybromierter Flammschutzmittel (polybromierte Diphenylether (BDE)) mittels GC/MS nach Extraktion der Probe mit einem org. Lösemittel und entsprechender Aufreinigung</li> <li>- Anwendung des Verfahrens: 100 µg/kg bis 5 000 µg/kg Tetra- bis Octa-BDE, 100 µg/kg bis 10 000 µg/kg Deca-BDE</li> <li>- Verfahren ist für div. Abfallarten validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist für Abfälle validiert und sieht nur GC/EI-MS als Detektion vor.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PBDE	Klärschlamm, Sedimente	DIN EN ISO 22032 (07/2009)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung ausgewählter polybromierter Diphenylether in Sediment und Klärschlamm - Verfahren mittels Extraktion und Gaschromatographie/ Massenspektrometrie		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung ausgewählter polybromierter Diphenylether (PBDE) mittels GC-MS nach Elektronenstoßionisierung (EI) oder negativer chemischer Ionisierung (NCI)</li> <li>- Extraktion der Probe mit organischem Lösemittel und anschließender Aufreinigung des Extraktes</li> <li>- Untere Anwendungsgrenze substanz- und detektorabhängig, bei Anwendung von NCI etwa Faktor 10 geringer als bei EI</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist für Schlämme validiert und sieht GC/EI-MS und GC/NCI-MS als Detektion vor, wobei die NCI-MS auf Grund der höheren Selektivität und der besseren Nachweisstärke von Vorteil in der Anwendung ist. Der Extraktreinigung ist auf Grund ihrer Wichtigkeit ein hoher Stellenwert beizumessen.	FBU / Forum-AU: empfohlen
PCB	Boden	DIN ISO 10382 (05/2003)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang- Detektor	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefriertrocknung/ Feldfrisch</li> <li>- Petrolether- oder Petrolether/ Aceton-Schüttelextraktion</li> <li>- Einengen</li> <li>- Kieselgel-cleanup optional</li> <li>- Tetrabutylammoniumsulfid-Reagenz</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180 und PSM</li> <li>- Anwendungsgrenze nicht angegeben</li> <li>- validiert</li> </ul>	GC-MS ist möglich.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17322

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCB	Altholz	Anhang IV AltholzV Ziffer 1.4.5 in Verbindung mit DIN 38414-20 (01/1996)	Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB)	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsgrenze: 0,1 mg/kg</li> <li>- n-Hexan/ Soxhlet oder vergleichbar</li> <li>- GC-ECD</li> <li>- Benzolsulfonsäure/ Silicagel-cleanup</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180</li> </ul>	In der AltholzV wird auf DIN 38414-20 (01/1996) verwiesen. Die Norm wurde zurückgezogen. Die Berechnung des Gesamt-PCB-Gehaltes erfolgt aus der Summe der Ballschmitter-PCB multipliziert mit fünf.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17322
PCB	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-20 (01/1996)	DEV- Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (S 20)	AbfklärV VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsgrenze nicht angegeben</li> <li>- Gefriertrocknung; Pentan- oder Hexanextraktion mittels Soxhlet</li> <li>- GC-ECD</li> <li>- Einengen</li> <li>- Silbernitrat/ Kieselgel-cleanup oder gleichwertig</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 17322 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17322

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCB	Altöl	DIN 51527-1 (05/1987)	Mineralölerzeugnisse - Bestimmung polychlorierter Biphenyle (PCB) Flüssigchromatographische Vortrennung und Bestimmung 6 ausgewählter PCB mittels eines Gaschromatographen mit Elektronen-Einfang-Detektor (ECD)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze nicht angegeben</li> <li>- flüssigchromatographischer cleanup</li> <li>- Validierung nicht dokumentiert</li> </ul>	Verfahren für Mineralölerzeugnisse und Schmieröle geeignet. Alternativ kann auch massenspektrometrische Detektion angewendet werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen
PCB	Altöl	DIN EN 12766-1 (11/2000)	Mineralölerzeugnisse und Gebrauchttöle - Bestimmung von PCBs und verwandten Produkten - Teil 1: Trennung und Bestimmung von ausgewählten PCB Congenereen mittels Gaschromatographie (GC) unter Verwendung eines Elektreneneinfang-Detektors (ECD)	AltöIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norm ist nicht validiert</li> </ul>	Die MS-Detektion ist möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
PCB	Altöl	DIN EN 12766-2 (12/2001)	Mineralölerzeugnisse und Gebrauchttöle - Bestimmung von PCBs und verwandten Produkten - Teil 2: Berechnung des Gehaltes an polychlorierten Biphenylen (PCB)	AltöIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung des Gehaltes an polychlorierten Biphenylen (PCB)</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCB	Schlamm, Bioabfall, Boden, Bauschutt, Altholz, Abfall	DIN EN 15308 ( <del>12/2016</del> )	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung ausgewählter polychlorierter Biphenyle (PCB) in festem Abfall mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfang-Detektion oder massenspektrometrischer Detektion	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- untere Anwendungsgrenze 10 µg/kg TM</li> <li>- Extraktion, Schütteln, Ultraschall, Soxhlet</li> <li>- Einengen</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 17322 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17322
PCB	Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden	DIN EN 16167 ( <del>11/2012</del> ) ( <del>06/2019</del> )	Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) mittels Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (GC-MS) und Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektion (GC-ECD)	AbfKlärV BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verschiedene Extraktionsverfahren</li> <li>- Einengen</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180</li> <li>- untere Anwendungsgrenze 1 µg/kg TM</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen und vom Normungsgremium durch DIN EN 17322 ersetzt.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 17322
PCB	Schlamm, Bioabfall, Boden, Abfall	DIN EN 17322 (03/2021)	Feststoffe in der Umwelt - Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) oder Elektronen-Einfang-Detektion (GC-ECD)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- untere Anwendungsgrenze 1 bis 10 µg/kg TM</li> <li>- verschiedene Extraktionsverfahren</li> <li>- Einengen</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180</li> <li>- validiert</li> </ul>	Diese Norm ersetzt und führt zusammen: DIN EN 15308, DIN EN 16167 und DIN 38414-20. Die GC-MS/MS-Detektion ist möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungs- bereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCDD/F / dlPCB	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-24 (10/2000)	DEV - Bestimmung von polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) (S 24)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsgrenze 1 bis 10 ng/kg</li> <li>- Toluol-Extraktion</li> <li>- GC/MS (SIM)</li> <li>- Säulenchromatographisches cleanup</li> <li>- Aufkonzentrierung</li> <li>- Toxizitätsäquivalente für PCDD, PCDF nach NATO-CCMS</li> <li>- validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16190
PCDD/F / dlPCB	Boden, Schlamm; Bioabfall	DIN EN 16190 (10/2019)	Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung von Dioxinen und Furanen sowie Dioxin-vergleichbaren polychlorierten Biphenylen mittels Gaschromatographie und hochauflösender massenspektrometrischer Detektion (HR GC-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NWG unter 1 ng/kg</li> <li>- Soxhlet-Extraktion oder gleichwertig</li> <li>- Mehrsäulen-Flüssigchromatographie über nicht festgelegte Adsorptionsmittel</li> <li>- Aufkonzentrierung</li> <li>- Toxizitätsäquivalente für PCDD, PCDF, dl-PCB nach WHO 2005 und NATO-CCMS</li> <li>- validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCDD/F / dlPCB	Boden, Schlamm; Bioabfall	DIN CEN/TS 16190 (05/2012)	Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung von Dioxin- en und Furanen sowie Dioxin vergleichbaren polychlorierten Bipheny- len mittels Gaschromato- graphie und hochauflö- sender massenspektro- metrischer Detektion (HR GC-MS)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NWG unter 1 ng/kg</li> <li>- Soxhlet-Extraktion oder gleichwertig</li> <li>- Mehrsäulen-Flüssigchromatographie über nicht festgelegte Adsorptionsmittel</li> <li>- Aufkonzentrierung</li> <li>- Toxizitätsäquivalente für PCDD, PCDF, dl-PCB nach WHO 2005 und NATO-CCMS</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16190
Pentachlorphenol (PCP)	Altholz	Anhang IV AltholzV Ziffer 1.4.4	Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)	AltholzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)</li> <li>- Anwendungsgrenze 0,1 mg/kg</li> <li>- Methanol-Ultraschall-Extraktion</li> <li>- Acetylierung</li> <li>- GC-ECD</li> <li>- nicht validiert</li> </ul>	Die MS-Detektion ist möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Pentachlorphenol (PCP)	Boden	DIN ISO 14154 (12/2005)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektroneneinfang-Detektion	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze: 0,01 mg/kg</li> <li>- saure Aceton/Hexan-Extraktion</li> <li>- Essigsäureanhydrid-Derivatisierung</li> <li>- GC-ECD</li> <li>- Bestimmung von Di-, Tri-, Tetrachlorphenolen und PCP</li> <li>- validiert</li> </ul>	Die MS-Detektion ist möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PFAS	Boden, Klärschlamm, Kompost, Sedimente	DIN 38414-14 (08/2011)	DEV - Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Schlamm, Kompost und Boden - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) (S 14)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methanolextraktion</li> <li>- Extraktverdünnung mit Wasser</li> <li>- ggf. SPE-Aufreinigung</li> <li>- HPLC-MS/MS</li> <li>- UAG: 10 µg/kg TM</li> <li>- Validierung vorhanden</li> </ul>	Die SPE-Anreicherung mit Anionenaustauscher ist nur für PFAS mit Säuregruppe geeignet, für Säureamide ist z. B. Aktivkohle möglich. Üblicherweise werden niedrigere BG (bis 0,1 µg/kg) erreicht. Das Verfahren ist für Analytik nach EU-POP-VO geeignet. Die Methode ist für Abfall geeignet.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Sprengstofftypische Verbindungen (STV)	Boden	DIN ISO 11916-1 (11/2014)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Explosivstoffen und verwandten Verbindungen - Teil 1: Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und UV-Detektion	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung mittels HPLC/DAD nach Extraktion der Böden mit Acetonitril oder Methanol</li> <li>- untere Anwendungsgrenze ist substanzabhängig zwischen 0,1 mg/kg und 1 mg/kg</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Das HPLC-Verfahren wird bei Explosivstoffen und verwandten Nitroverbindungen empfohlen. Die Detektion ist unspezifischer als in den Teilen 2 und 3 der Norm.	FBU / Forum-AU: empfohlen



Tabelle II.7-2: Organische Analytik (Bestimmung von Feststoffgehalten)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Sprengstofftypische Verbindungen (STV)	Boden	DIN ISO 11916-2 (11/2014)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Explosivstoffen und verwandten Verbindungen - Teil 2: Verfahren mittels Gaschromatographie (GC) und Elektronen-Einfang-Detektion (ECD) oder massenspektrometrischer Detektion (MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung mittels GC/MS oder GC/ECD nach Extraktion der Böden mit Acetonitril oder Methanol und Umlösung in Toluol</li> <li>- Verfahren ist nicht geeignet für die Bestimmung von polareren STV, wie z. B. Hexogen (RDX), Oktogen (HMX), Hexyl, Tetryl und Nitropenta (PETN)</li> <li>- untere Anwendungsgrenze ist substanzabhängig ab 0,05 mg/kg</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Das GC-Verfahren wird bei Nitroaromaten und Nitroaminen empfohlen.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Sprengstofftypische Verbindungen (STV)	Boden	DIN ISO 11916-3 (05/2022)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Explosivstoffen und verwandten Verbindungen - Teil 3: Verfahren mittels Flüssigkeitschromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung mittels LC/MS/MS nach Extraktion der Böden mit Acetonitril oder Methanol</li> <li>- untere Anwendungsgrenze ist substanzabhängig 0,005 mg/kg bis 0,02 mg/kg</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Das LC/MS/MS-Verfahren zur Detektion ausgewählter STV hat eine geringere Bestimmungsgrenze als in den Teilen 1 und 2 der Norm.	FBU / Forum-AU: empfohlen

### II.7.3 ORGANISCHE ANALYTIK (KONZENTRATIONSBESTIMMUNG IN ELUTIONEN UND WÄSSERN)

Die Durchführung von Elutions- und Perkolationsversuchen auf leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und BTEX liefern wegen massiver Verluste dieser Analyten keine belastbaren Ergebnisse.

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Aldrin		s. OCP					
Anthracen		s. PAK					
Benzo(a)pyren		s. PAK					
Benzol		s. BTEX					
BTEX	Wasser, Abwasser	DIN 38407-9 (05/1994)	DEV - Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (F 9)	VersatzV		Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-43
BTEX	Wasser	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Wasserbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	BBodSchV	- Anreicherung mittels Purge-and-Trap Technologie	Das Verfahren ist nur für geringe Konzentrationen und wenig Matrix geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
BTEX	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 17943 (10/2016)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion (HS-SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS)		- Anreicherung mittels Mikroextraktionstechniken	In Einzelfällen ist eine tiefere Bestimmungsgrenzen, verglichen mit statischer Headspace, möglich. Der Anreicherungs-erfolg ist aber stark von der Substanz abhängig.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
BTEX	Wasser, Abwasser	DIN 38407-43 (10/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach statischer Headspace-Technik (HS-GC-MS) (F 43)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von ausgewählten leichtflüchtigen organischen Verbindungen in Wasser: leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und Benzol-inhaltsstoffe (BTXE, TAME, MTBE und ETBE)</li> <li>- anwendbar in Trink-, Grund-, Oberflächenwasser und Abwasser in Massenkonzentrationen oberhalb 0,1 µg/l</li> <li>- unterer Anwendungsbereich ist von der individuellen Verbindung, der Höhe des Blindwerts und der Matrix abhängig</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Chlorbenzole (Mono-, Dichlorbenzole)	Wasser, Abwasser	DIN 38407-43 (10/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach statischer Headspace-Technik (HS-GC-MS) (F 43)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von ausgewählten leichtflüchtigen organischen Verbindungen in Wasser: leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und Benzol- und Benzolring-substituierte (BTXE, TAME, MTBE und ETBE)</li> <li>- anwendbar in Trink-, Grund-, Oberflächenwasser und Abwasser in Massenkonzentrationen oberhalb 0,1 µg/l</li> <li>- unterer Anwendungsbereich ist von der individuellen Verbindung, der Höhe des Blindwerts und der Matrix abhängig</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Chlorbenzole (Tri-, Tetra-, Pentachlorbenzole, HCB)	Wasser, Abwasser	DIN 38407-37 (11/2013)	DEV - Bestimmung von Organochlorpestiziden, Polychlorbiphenylen und Chlorbenzolen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (F 37)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren nach flüssig/flüssig-Extraktion und Detektion mittels GC/MS</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
Chlorphenole	Wasser, Abwasser	DIN EN 12673 (05/1999)	Wasserbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung einiger ausgewählter Chlorphenole in Wasser	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gaschromatographische Bestimmung nach Derivatisierung</li> <li>- ab 0,1 µg/l</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
DDT		s. OCP					
Glyphosat / AMPA	Wasser	DIN 38407-22 (10/2001)	DEV - Bestimmung von Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) in Wasser durch Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC), Nachsäulen-derivatisierung und Fluoreszenzdetektion (F 22)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung über Ionenaustauscher und Analytik mit isokratischer HPLC und Fluoreszenzdetektion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist störungsempfindlich. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: geeignet
Glyphosat / AMPA	Wasser	DIN ISO 16308 (09/2017)	DEV - Bestimmung von Glyphosat und AMPA - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) mit tandem-massenspektrometrischer Detektion (F 45)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivatisierung, Festphasenanreicherung, HPLC-ESI-MS/MS</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Das Verfahren ist nicht geeignet für Salzwasser oder Meerwasser. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Hexachlorbenzol (HCB)		s. OCP					
LHKW	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 10301 (08/1997)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe - Gaschromatographische Verfahren	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detektion mittels ECD</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-43

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
LHKW / Tri- und Tetrachlorethen	Wasser, Abwasser	DIN 38407-43 (10/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach statischer Headspace-Technik (HS-GC-MS) (F 43)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von ausgewählten leichtflüchtigen organischen Verbindungen in Wasser: leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und Benzininhalstoffe (BTXE, TAME, MTBE und ETBE)</li> <li>- anwendbar in Trink-, Grund-, Oberflächenwasser und Abwasser in Massenkonzentrationen oberhalb 0,1 µg/l</li> <li>- unterer Anwendungsbereich ist von der individuellen Verbindung, der Höhe des Blindwerts und der Matrix abhängig</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
LHKW / Tri- und Tetrachlorethen	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 17943 (10/2016)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion (HS-SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung mittels Mikroextraktionstechniken</li> </ul>	Mit diesem Verfahren sind in Einzelfällen tiefere Bestimmungsgrenzen, verglichen mit statischer Headspace, möglich. Der Anreicherungs-erfolg ist aber stark von der Substanz abhängig.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
LHKW	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Wasserbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromati- scher Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap- Anreicherung und thermi- scher Desorption		- Anreicherung mittels Pur- ge-and-Trap Technologie	Verfahren ist nur für geringe Kon- zentrationen und wenig Matrix geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
MKW	Trinkwasser, Oberflächen- wasser, Abwasser	DIN EN ISO 9377-2 (07/2001)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Kohlen- wasserstoff-Index - Teil 2: Verfahren nach Lösemitte- lextraktion und Gaschro- matographie	BBodSchV ErsatzbaustoffV	- KW-Index C10-C40 nach Flüssigextraktion und GC- FID-Analytik - Norm ist für den Parame- ter validiert		FBU / Forum-AU: empfohlen



Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
MTBE/ Naphthalin/ Methylnaphthalin	Wasser, Abwasser	DIN 38407-43 (10/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach statischer Headspace-technik (HS-GC-MS) (F 43)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von ausgewählten leichtflüchtigen organischen Verbindungen in Wasser: leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und Benzininhalstoffe (BTXE, TAME, MTBE und ETBE)</li> <li>- anwendbar in Trink-, Grund-, Oberflächenwasser und Abwasser in Massenkonzentrationen oberhalb 0,1 µg/l</li> <li>- unterer Anwendungsbereich ist von der individuellen Verbindung, der Höhe des Blindwerts und der Matrix abhängig</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
MTBE/ Naphthalin/ Methylnaphthalin	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 17943 (10/2016)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion (HS-SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung mittels Mikroextraktionstechniken</li> </ul>	Mit diesem Verfahren sind in Einzelfällen tiefere Bestimmungsgrenzen, verglichen mit statischer Headspace, möglich. Der Anreicherungs-erfolg ist aber stark von der Substanz abhängig.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Naphthalin	Wasser	DIN 38407-9 (05/1991)	DEV - Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (F 9)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eigentlich Methode zur BTEX-Bestimmung mit Headspace-GC</li> <li>- Norm ist für den Parameter nicht validiert</li> </ul>	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-43
Naphthalin/ Methyl-naphthalin	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Wasserbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung mittels Purge-and-Trap Technologie</li> </ul>	Verfahren ist nur für geringe Konzentrationen und wenig Matrix geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Nonylphenol	Trinkwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser	DIN EN ISO 18857-1 (02/2007)	DEV - Bestimmung ausgewählter Alkylphenole - Teil 1: Verfahren für nicht-filtrierte Proben mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion und Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion (F 31)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösemittlextraktion mit anschließender GC-MS-Analytik</li> <li>- Norm ist für den Parameter validiert</li> </ul>	In Verbindung mit der Derivatisierung nach Teil 2 ist dieses Verfahren auch für Abwasser geeignet.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
NSO-Heterozyklen	Wasser, Eluate	DIN 38407-44 (02/2018)	DEV - Bestimmung ausgewählter heterocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (NSO-Heterocyclen) in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion (SPE) (F 44)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von gelösten mehrkernigen NSO-Heterocyclen in Grund- und Oberflächenwässern mittels GC/MS</li> <li>- UAG: 0,1 µg/l Wasserprobe</li> <li>- auch für die Untersuchung von wässrigen Auszügen/Eluaten aus Feststoffen geeignet</li> </ul>	NSO-Heterozyklen sind oft mit PAK vergesellschaftet und werden auf Grund der höheren Löslichkeit ggf. in Wasser in Sickerwasser und Grundwasserströmen dort zur primären Kontamination, gerade die N-haltigen Heterozyklen lassen sich nicht mit klassischen PAK-Methoden mitbestimmen.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Organochlorpestizide (OCP)	Wasser, Abwasser	DIN 38407-37 (11/2013)	DEV - Bestimmung von Organochlorpestiziden, Polychlorbiphenylen und Chlorbenzolen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (F 37)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren nach flüssig/flüssig-Extraktion und Detektion mittels GC/MS</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Organozinnverbindungen	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 17353 (11/2005)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Organozinnverbindungen - Verfahren mittels Gaschromatographie		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hexanextraktion nach in situ-Derivatisierung mit Natriumtetraethylborat</li> <li>- GC-MS, GC-FPD oder GC-AED</li> <li>- UAG: 0,01 µg/l (je Einzelsubstanz)</li> <li>- Validierung vorhanden</li> </ul>	Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
PAK	Trinkwasser, Mineralwasser, Tafelwasser	DIN 38407-8 (10/1995)	DEV - Bestimmung von 6 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser mittels Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und Fluoreszenzdetektion (F 8)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösemittlextraktion mit anschließender HPLC-Analytik</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Norm wurde ersatzlos zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 17993
PAK (Anthracen/ BaP)	Trinkwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, verdünntes Abwasser	DIN EN ISO 17993 (03/2004)	DEV - Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (F 18)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösemittlextraktion mit anschließender HPLC-Analytik</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen
PAK (Anthracen/ BaP/ Naphthalin/ Methyl-naphthalin)	Trinkwasser, Abwasser, Oberflächenwasser, Eluate/ wässrige Auszüge aus Feststoffmatrices	DIN 38407-39 (09/2011)	DEV - Bestimmung ausgewählter polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) (F 39)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösemittlextraktion mit anschließender GC-MS-Analytik</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCB	Wasser	DIN 38407-3 (07/1998)	DEV - gaschromatographische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (F 3)	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze 1 ng/l</li> <li>- Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Hexan</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- Aufkonzentration</li> <li>- GC-ECD, GC-MS zur Absicherung</li> <li>- Bestimmung von zahlreichen PCB- Indikatorsubstanzen</li> <li>- Produktmuster-Zuordnung</li> <li>- validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-37
PCB	Wasser	DIN 38407-37 (11/2013)	DEV - Bestimmung von Organochlorpestiziden, Polychlorbiphenylen und Chlorbenzolen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (F 37)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze 5 ng/l</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- Aufkonzentration</li> <li>- GC-MS</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180, Chlorbenzolen und PSM</li> <li>- validiert</li> </ul>		FBU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PCB	Wasser	DIN EN ISO 6468 (02/1997)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, Polychlorbiphenyle und Chlorbenzole - Gaschromatographisches Verfahren nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	VersatzV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze nicht angegeben</li> <li>- Aufkonzentrierung</li> <li>- cleanup optional</li> <li>- GC-ECD</li> <li>- Bestimmung von PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 und PCB-180, PCB-193, PSM und Chlorbenzolen</li> <li>- nicht validiert</li> </ul>		FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-37
Pentachlorphenol (PCP)		s. Chlorphenole					
PFAS	Wasser, Abwasser	DIN 38407-42 (03/2011)	DEV - Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion (F 42)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPE-Anreicherung aus unfiltrierter Wasserprobe (kann ggf. entfallen)</li> <li>- Elution mit Methanol</li> <li>- HPLC-MS/MS</li> <li>- UAG Wasser: 0,01 µg/l, UAG Abwasser: 0,025 µg/l</li> <li>- Validierung vorhanden</li> </ul>	Die SPE-Anreicherung mit Anionenaustauscher ist nur für PFAS mit Säuregruppe geeignet. Für Säureamide ist z. B. Aktivkohle möglich. Es können BG bis zu 0,001 µg/l erreicht werden. Die Methode ist zusätzlich für die folgenden Materialtypen geeignet: Eluate, Perkolate.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
PFAS	Boden, Klärschlamm, Kompost, Sedimente	DIN 38414-14 (08/2011)	DEV - Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Schlamm, Kompost und Boden - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) (S 14)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methanolextraktion</li> <li>- Extraktverdünnung mit Wasser</li> <li>- ggf. SPE-Aufreinigung</li> <li>- HPLC-MS/MS</li> <li>- UAG: 10 µg/kg TM</li> <li>- Validierung vorhanden</li> </ul>	Die Methode wurde für den Feststoffbereich entwickelt. Sie ist nicht für die Bestimmung aus wässrigen Medien geeignet.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-42
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Wasser	DIN 38407-36 (09/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und anderer organischer Stoffe in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS bzw. -HRMS) nach Direktinjektion (F 36)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromatographische Trennung der Pestizide nach Direktinjektion mittels MS/MS Detektion</li> <li>- Bestimmungsgrenzen sind substanzabhängig</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Durch MS/MS-Technologie wird eine bessere Identifizierung erreicht. Die Direktinjektion vermindert die Gefahr der Kontamination durch die Probenvorbereitung. Es sind umfangreiche Multimethoden möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 10695 (11/2000)	DEV - Bestimmung ausgewählter organischer Stickstoff- und Phosphorverbindungen - Gaschromatographisches Verfahren (F 6)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaschromatographische Bestimmung nach flüssig/flüssig Extraktion</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Das Verfahren hat einen nur sehr eingeschränkten Anwendungsbereich.	FBU / Forum-AU: geeignet

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 11369 (11/1997)	DEV- Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel - Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion (F 12)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren nach Anreicherung der Probe mittels SPE und Analyse mittels HPLC/UV</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Die Detektion ist unspezifischer als bei MS/MS.	FBU / Forum-AU: geeignet
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 27108 (12/2013)	DEV - Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte - Verfahren mittels Festphasenmikroextraktion (SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS) (F 34)	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung durch Mikroextraktionstechniken (SPME)</li> <li>- Norm ist für die Parameter validiert</li> </ul>	Das Verfahren findet Anwendung in Spezialfällen. In Einzelfällen ist eine tiefere Bestimmungsgrenze, verglichen mit der flüssig/flüssig-Extraktion, möglich. Der Anreicherungsprozess ist aber stark von der Substanz abhängig.	FBU / Forum-AU: geeignet
Phenole	Wasser	DIN 38407-27 (10/2012)	DEV - Bestimmung ausgewählter Phenole in Grund- und Bodensickerwasser, wässrigen Eluaten und Perkolaten (F 27)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsbereichsgrenze 1 µg/l</li> <li>- Derivatisierung mit Essigsäureanhydrid</li> <li>- GC-MS</li> <li>- Bestimmung von Phenol, Brenzkatechin, Resorcin, Hydrochinon und o-, m-, p-Kresol</li> <li>- validiert</li> </ul>	Der Anwendungsbereich kann auf die in Kap. II.7.1 aufgeführten Phenole erweitert werden.	FBU / Forum-AU: empfohlen



Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Sprengstofftypische Verbindungen (STV)	Wasser	DIN 38407-17 (02/1999)	DEV - Bestimmung ausgewählter nitroaromatischer Verbindungen mittels Gaschromatographie (F 17)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fest-flüssig oder Flüssig-flüssig-Extraktion angereichert und anschließend mittels Gaschromatographie auf Kapillarsäulen chromatographisch getrennt</li> <li>- Detektion: Elektroneneinfang- (ECD) oder Phosphor-Stickstoff-Detektor (PND) oder massenselektiver Detektor (MSD)</li> <li>- UAG abhängig von Substanz und verwendetem Detektor</li> </ul>	Das GC-Verfahren sollte bei Nitroaromaten und Nitroaminen verwendet werden. Die Benutzung eines MSD bezüglich der Identifikation ist zu bevorzugen. Der ECD kann geringere UAG sicherstellen.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Sprengstofftypische Verbindungen (STV)	Wasser	DIN EN ISO 22478 (07/2006)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung ausgewählter Explosivstoffe und verwandter Verbindungen - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) mit UV-Detektion	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fest-flüssig-Extraktion</li> <li>- Auftrennung mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC)</li> <li>- Detektion mittels UV-Diodenarray-Detektor (UV-DAD-Detektion)</li> <li>- UAG Nitroaromaten und Nitroamine zwischen 0,1 µg/l und 0,5 µg/l</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Das HPLC-Verfahren sollte bei Explosivstoffen und verwandten Nitroverbindungen verwendet werden. Die Detektion ist unspezifischer.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.7-3: Organische Analytik (Konzentrationsbestimmung in Eluaten und Wässern)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Vinylchlorid	Wasser, Abwasser	DIN 38407-43 (10/2014)	DEV - Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach statischer Headspace-Technik (HS-GC-MS) (F 43)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren für die Bestimmung von ausgewählten leichtflüchtigen organischen Verbindungen in Wasser: leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und Benzininhaltstoffe (BTXE, TAME, MTBE und ETBE)</li> <li>- anwendbar in Trink-, Grund-, Oberflächenwasser und Abwasser in Massenkonzentrationen oberhalb 0,1 µg/l</li> <li>- unterer Anwendungsbereich ist von der individuellen Verbindung, der Höhe des Blindwerts und der Matrix abhängig</li> </ul>	Das Verfahren ist für Vinylchlorid validiert.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Vinylchlorid	Wasser, Abwasser	DIN EN ISO 17943 (10/2016)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion (HS-SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung mittels Mikroextraktionstechniken</li> </ul>	Mikroextraktionstechniken zeigen keine gute Anreicherung für Vinylchlorid.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN 38407-43

## II.7.4 ORGANISCHE ANALYTIK VON BODENLUFT

Tabelle II.7-4: Organische Analytik von Bodenluft

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
BTEX, LHKW, leichtflüchtige aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane, Cycloalkane und Alkene mit 5 bis 10 C-Atomen), MTBE	Bodenluft	VDI 3865-3 (06/1998)	Messen organischer Bodenverunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft nach Anreicherung an Aktivkohle oder XAD-4 und Desorption mit organischem Lösungsmittel	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anreicherung der Bodenluft an Adsorbiermaterial</li> <li>- anschließende Extraktion des Materials</li> <li>- Vermessung des so entstandenen Extrakts mittels GC</li> <li>- BG: abhängig vom Anreicherungs-volumen</li> <li>- Methode enthält Verfahrenskenn-daten</li> </ul>	Pentan als Lösemittel ist in der Handhabung schwierig. CS <sub>2</sub> ist bedenklich in Sachen Arbeitsschutz. Alternative Extraktionsmittel sind nach entsprechender Prüfung durch das Labor daher sinnvoll.	FBU / Forum-AU: empfohlen
BTEX, LHKW, leichtflüchtige aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane, Cycloalkane und Alkene mit 5 bis 10 C-Atomen), MTBE	Bodenluft	VDI 3865-4 (12/2000)	Messen organischer Bodenverunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft durch Direktmessung	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Bodenluft aus Gassammelgefäß mittels GC</li> <li>- BG: substanzabhängig, meist &lt; 0,5 mg/m<sup>3</sup></li> <li>- Methode enthält Verfahrenskenn-daten</li> </ul>	Die Verwendung von Pasteurpipetten wird auf Grund der schwierigen Handhabung nicht empfohlen, andere Sammelbehälter sind zu bevorzugen.	FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.7.5 ORGANISCHE ANALYTIK VON DEPONIEGAS

Tabelle II.7-5: Organische Analytik von Deponiegas

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Messen von Deponiegas - Grundlagen	Deponiegas	VDI 3860-1 (05/2006)	Messen von Deponiegas - Grundlagen	BBodSchV	- Beschreibung grundlegender Zusammenhänge des Deponiegasgeschehens und der Messplanung		FBU / Forum-AU: empfohlen
Hauptkomponenten: CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> - gegebenenfalls Nebenkompontenten (z. B. CO, H <sub>2</sub> S)	Deponiegas	VDI 3860-2 (05/2019)	Messen von Deponiegas - Messungen im Gaserfassungssystem	BBodSchV	- Ermittlung der Gaszusammensetzung in Rohrleitungen und Einzelkollektoren von Gaserfassungssystemen in Deponien		FBU / Forum-AU: empfohlen
Methan	Deponiegas	VDI 3860-3 (11/2017)	Messen von Deponiegas - Messen von Methan an der Deponieoberfläche mittels Saugglockenverfahren	BBodSchV	- Konventionsverfahren zur Messung von Methan an der Oberfläche einer Deponie mittels Saugglocke		FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.8 SUMMARISCHE PARAMETER

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 Analysestrategien 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 anhand von Konventionenmethoden bestimmt. Grundlage der Bestimmung ist zumeist die extraktive Abtrennung der „Stoffgruppen“ von der Matrix. Beispielhaft ist hier die Bestimmung der PCB (z. B. 6 Ballschmieder-Kongeneren) zu nennen. [Bei der Bestimmung von Summenparametern](#) werden Elemente oder durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnete Stoffe zusammengefasst. 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 messbaren Messgrößen. Ihre Einzelstoffe werden analysiert und deren Summenbildung rechnerisch aufgrund eines ähnlichen Molekülaufbaus und ähnlicher Eigenschaften gebildet. Beispielhaft zu nennen sind hier die polychlorierten Biphenyle (PCB) oder die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Hinweise zur Summenbildung sind im Anhang III.1.3 zu finden.

Die Parameter im Kapitel II.4 „Allgemeine Parameter“ und II.8 „Summarische Parameter“ stellen Messgrößen dar, die nicht auf der Ermittlung einzelner Stoffe oder Verbindungen beruhen, sondern Inkremente, Spezies oder durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnete Stoffe zusammenfassen. Ein Beispiel hierfür ist der Feststoff-TOC, der nach Verbrennung im Sauerstoffstrom bei ca. 900 °C bis 1200 °C durch das sich im Sauerstoffstrom bildende und zu detektierende Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) charakterisiert wird. Alle unter diesen Bedingungen CO<sub>2</sub>-bildenden Substanzen werden miterfasst. Hierbei handelt es sich z. B. auch um „Restkohlenstoff“ (Elementar C) und Carbide. Liegt in einer Probe neben dem „gesamten organischen Kohlenstoff (TOC)“ auch „Restkohlenstoff“ vor, so wird dieser als TOC miterfasst. Mit der DIN 19539 können die Kohlenstofffraktion nach TOC<sub>400</sub>, dem ROC und dem TIC<sub>900</sub> differenziert werden. Der organisch-gebundene Kohlenstoff, gemessen als TOC<sub>400</sub>, stellt dabei den um den „Restkohlenstoff“ (Elementar C) korrigierten organischen Kohlenstoff gemäß BBodSchV und ErsatzbaustoffV als Direktbestimmung dar. Für die meisten Matrices ist die Summe aus dem TOC<sub>400</sub> und dem ROC nach DIN 19539 mit dem Feststoff-TOC vergleichbar.

## II.8.1 SUMMARISCHE PARAMETER VON FESTSTOFFEN

Tabelle II.8-1: Summarische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
AOX	Klärschlamm	DIN 38414-18 (11/1989) (06/2019)	DEV - Bestimmung von adsorbierten, organisch gebundenen Halogenen in Schlamm und Sedimenten (AOX) (S 18)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von adsorbierten organisch gebundenen Halogenen (AOX)</li> <li>- UAG: &gt; 1 mg/kg</li> <li>- Probenaufbereitung: Trocknen, Mahlen, Suspension mit Hilfe von Natriumnitratlösung, Schütteln mit Aktivkohle</li> </ul>	Es handelt sich um einen Summenparameter, der keine Aussage bzgl. chlororganischer Verbindungen trifft. Chloride können stören und bei nicht ausreichender Waschung miterfasst werden. Der Messwert nach DIN 38414-18 entspricht den adsorbierten AOX im Gegensatz zu den adsorbierbaren AOX nach DIN EN ISO 9562. Abfälle und Baustoffe werden anhand der AOX-Eluat-Werte bewertet.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 16166

Tabelle II.8-1: Summarische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
AOX	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	DIN EN 16166 (11/2012) (08/2020) (04/2022)	Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung von adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen (AOX)	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen (AOX)</li> <li>- Verbrennung im Sauerstoffstrom</li> <li>- HCl-Bestimmung mittels Mikrocoulometrie</li> <li>- UAG: 5 mg/kg</li> <li>- Probenaufbereitung: Probenvorbereitung gemäß DIN 19747, Suspension mit Hilfe von Natriumnitratlösung, Schütteln mit Aktivkohle</li> </ul>	Das Verfahren ist für Klärschlamm anwendbar aber ungeeignet für Abfälle zur Verwertung/Beseitigung.	FBU / Forum-AU: empfohlen
EOX	Klärschlamm, Boden, Sediment	DIN 38414-17 (01/2017)	DEV - Bestimmung von extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen (EOX) (S 17)	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung von extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen</li> <li>- UAG im Feststoff: 0,2 mg Chlor/kg</li> </ul>	Der Anwendungsbereich von 0,5 mg/kg - 100 mg/kg kann durch Verdünnen erweitert werden. In den genannten Verordnungen werden nur die extrahierbaren Anteile gefordert. Die Lufttrocknung ist gleichwertig zur Gefriertrocknung. Bei Schlämmen und Proben mit geringer TM ist die Gefriertrocknung praktikabler.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.8-1: Summarische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Extrahierbare lipophile Stoffe	Abfall	DIN EN 14345 (12/2004)	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Kohlenwasserstoffgehalts mittels Gravimetrie		<ul style="list-style-type: none"> <li>- gravimetrisches Verfahren zur Bestimmung des Kohlenwasserstoffgehalts in festem Abfall</li> <li>- BG: Kohlenwasserstoffgehalte &gt; 0,5 % (m/m) Trockenmasse</li> <li>- Verfahren ist validiert</li> </ul>	Extraktion des Verfahrens ist angelehnt an die Bestimmung anderer organischer Kontaminanten (PAK, PCB, MKW).	FBU / Forum-AU: empfohlen
Extrahierbare lipophile Stoffe	Abfall	LAGA-Mitteilung 35 (LAGA KW/04) Kap. 6.8 (09/2019)	Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen in Abfällen - Untersuchungs- und Analysenstrategie	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraktion mit Petrolether</li> <li>- Gravimetrie</li> <li>- Verfahren ist nicht validiert</li> </ul>	Verfahren entspricht dem Prinzip der alten DIN 38409-56.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 14345



Tabelle II.8-1: Summarische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
organischer Kohlenstoff TOC <sub>400</sub> / ROC / TIC <sub>900</sub>	Boden, Sediment, mineralische Baustoffe	DIN 19539 (12/2016)	Untersuchung von Feststoffen - Temperaturabhängige Differenzierung des Gesamtkohlenstoffs (TOC <sub>400</sub> , ROC, TIC <sub>900</sub> )	BBodSchV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt zwei Verbrennungsmethoden 150-900°C</li> <li>- selektive oxidative Verbrennung mit Temperaturgradienten (A): 150°C bis 400 °C (TOC<sub>400</sub>), 400 °C bis 600 °C (ROC), 600 °C bis 900 °C (TIC<sub>900</sub>)</li> <li>- Teil-Pyrolytisch (B): 150°C bis 400 °C oxidativ (TOC<sub>400</sub>) analog Methode A, 400 °C bis 900 °C (ROC) pyrolytisch, 900 °C (TIC<sub>900</sub>) oxidativ</li> <li>- UAG: 0,1% C bzw. 1.000 mg/kg</li> <li>- Probenaufarbeitung: Feinmahlung &lt; 250 µm (DIN 19747)</li> </ul>	Der TOC <sub>400</sub> beschreibt den EC-freien TOC (TOC <sub>400</sub> < TOC). Näherungsweise gilt: ROC+TOC <sub>400</sub> =TOC Die Methode A ist u. a. für die Bestimmung des organischen Kohlenstoffgehaltes als TOC <sub>400</sub> in Böden mit Carbonaten geeignet. Die Methode B ermöglicht eine bessere Differenzierung des Kohlenstoffs bei hohen TOC <sub>400</sub> - und EC/ROC-Gehalten sowie niedrigen Carbonat-Gehalten. In Methode B können Graphit und Carbide neben EC als ROC erfasst werden. Der verwendete Temperaturgradient und die Freisetzungsmethode (pyrolytisch oder oxidativ für ROC, TIC <sub>900</sub> ) und die Thermogramme sind mit zu berichten.	FBU / Forum-AU: empfohlen

Tabelle II.8-1: Summarische Parameter von Feststoffen

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Säureneutralisationskapazität	Abfall, Boden	DIN EN 14429 (05/2015)	Charakterisierung von Abfällen - Untersuchung des Elutionsverhaltens - Einfluss des pH-Wertes auf die Elution unter vorheriger Säure/Base-Zugabe		- Bestimmung der Eluierbarkeit mit wässrigen Medien bei konstantem pH-Wert	Die Anwendung der Säure- und Basenkapazität für Abfälle, Böden, Sedimenten und Baustoffen wird in Anhang D beschrieben.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Säureneutralisationskapazität	Abfall	LAGA-Mitteilung 33 (EW 98) Teil 5 (EW 98 p) (09/2017)	Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich	DepV	- Bestimmung der Eluierbarkeit mit wässrigen Medien bei konstantem pH-Wert	Die DepV enthält keine Zuordnungswerte für die Säureneutralisationskapazität. Dies ist aber bei gefährlichen Abfällen zu bestimmen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 14429
TOC	Abfall, Boden, Schlamm, Sediment, Klärschlamm	DIN EN 15936 (11/2012) (09/2022)	Boden, Abfall, behandelte Bioabfall und Schlamm - Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) mittels trockener Verbrennung	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	- Verbrennung bei mind. 900 °C im Sauerstoffstrom - UAG: 0,1% C bzw. 1.000 mg/kg	Carbide und Elementar C werden miterfasst.	FBU / Forum-AU: empfohlen
TOC	Abfall, Boden, Schlamm, Sediment	DIN ISO 10694 (08/1996)	Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse)	VersatzV	- Verbrennung bei mind. 900 °C im Sauerstoffstrom - UAG: 1.000 mg/kg	Carbide und Elementar C werden miterfasst. Die Norm wurde zurückgezogen.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN 15936

## II.8.2 SUMMARISCHE PARAMETER VON ELUATEN UND WÄSSERN

Tabelle II.8-2: Summarische Parameter von Eluaten und Wässern

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
AOX	Wasser	DIN EN ISO 9562 (02/2005)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung adsorbierbarer organisch gebundener Halogene (AOX)		- adsorbierbare organisch gebundene Halogene in Wasserproben (AOX)	Die Methode hat eine mangelnde Selektivität bezüglich der umweltrelevanten halogenorganischen Verbindungen. Der Parameter hat eine fehlende Aussagekraft bzgl. chlororganischer Verbindungen. Die Miterfassung von Chloriden ist möglich.	FBU / Forum-AU: empfohlen
DOC	Wasser	DIN EN 1484 (04/2019)	Wasseranalytik - Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)	DepV ErsatzbaustoffV	- Oxidation zu Kohlendioxid - Detektion z. B. mit IR-Spektroskopie - UAG: 0,3 mg/l	Die Norm ersetzt die DIN 38409-3. Parameter gemäß FMBA.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Phenolindex	Wasser	DIN 38409-16-1 (06/1984)	DEV - Bestimmung des Phenol-Index (H 16)	DepV	- photometrisches Verfahren ohne Wasserdampfdestillation mit Chloroformextraktion	Das Verfahren ist auf die Trinkwasseranalytik ausgelegt, daher ist der Anwendungsbereich nicht für Eluate/ Perkolate vorgesehen. Bei positiven Befunden sollte das Ergebnis nach Verfahren DIN 38409-16 Teil 2 überprüft werden.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14402

Tabelle II.8-2: Summarische Parameter von Eluaten und Wässern

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Phenolindex	Wasser	DIN 38409-16-2 (06/1984)	DEV - Bestimmung des Phenol-Index (H 16)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- photometrisches Verfahren nach Wasserdampfdestillation mit Chloroformextraktion</li> <li>- UAG: 0,01 mg/l</li> </ul>	Das Verfahren ist für niedrig belastete Wässer bis 150µg/l vorgesehen. Es ist störanfällig und nur für Voruntersuchungen geeignet.	FBU / Forum-AU: geeignet
Phenolindex	Wasser	DIN 38409-16-3 (06/1984)	DEV - Bestimmung des Phenol-Index (H 16)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- photometrisches Verfahren nach Wasserdampfdestillation ohne Farbreaktion</li> <li>- UAG: 0,1 mg/l</li> </ul>	Das Verfahren ist für mäßig belastete Wässer bis 10 mg/l vorgesehen. Es ist störanfällig und nur für Voruntersuchungen geeignet.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN EN ISO 14402
Phenolindex	Wasser	DIN EN ISO 14402 (12/1999)	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Phenolindex mit der Fließanalytik (FIA und CFA)	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fließinjektionsanalyse (FIA bzw. CFA)</li> <li>- UAG: 0,01 mg/l</li> </ul>		FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.9 VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER BIOLOGISCHEN ABBAUBARKEIT (GB<sub>21</sub>, AT<sub>4</sub>)

In Deponien soll grundsätzlich Gasbildung vermieden werden. Daher werden Abfälle mit biologisch abbaubaren Anteilen grundsätzlich vor der Ablagerung behandelt. Für die Charakterisierung dieser Anteile werden die Parameter TOC und Glühverlust herangezogen. Bei Überschreitung der Zuordnungswerte kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde ggf. die biologische Abbaubarkeit ermittelt werden, um eine Deponierung zu ermöglichen.

Die Atmungsaktivität, bestimmt über 4 Tage im Laborversuch (AT<sub>4</sub>), und die Gasbildung, bestimmt über 21 Tage im Laborversuch (GB<sub>21</sub>), sind Parameter, die zur Beurteilung der Ablagerungsfähigkeit von Abfällen ergänzend bei Überschreitung der Zuordnungswerte für TOC und Glühverlust bestimmt werden.

Beim „AT<sub>4</sub>-Verfahren“ nach Anhang 4 Nr. 3.3.1 DepV ist zu beachten, dass dieses nur bei Abfällen anwendbar ist, die einen pH-Wert im Bereich von pH 6,8 bis pH 8,2 aufweisen, ansonsten muss der GB<sub>21</sub> bestimmt werden. Diese Einschränkung dient dazu, für den mikrobiologischen Abbau geeignete Bedingungen sicherzustellen. Für die Entscheidung, ob das „AT<sub>4</sub>-Verfahren“ durchgeführt werden darf, kann aus fachlicher Sicht der ohnehin zu ermittelnde pH-Wert des Eluats (Anhang 4 Nr. 3.2.1 bzw. 3.2.3 DepV) genutzt werden.

Tabelle II.9-1: Verfahren zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit (GB<sub>21</sub>, AT<sub>4</sub>)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Atmungsaktivität (AT <sub>4</sub> )	Abfall	Anhang 4 Nr. 3.3.1 DepV	Atmungsaktivität, bestimmt über 4 Tage im Laborver- such (AT <sub>4</sub> )	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung der Sauerstoffzehrung an der angefeuchteten Probe bei 20 °C in Sapro-mat, Respiromat o. ä.</li> <li>- Verwendung ei-nes Drucksensors</li> <li>- Versuchsdauer 96 h</li> <li>- keine Validierung</li> </ul>	Es sind 3 Parallelversuche erforderlich. Die Lagerfähig-keit der Proben beträgt max. 1 Tag bei Raumtemperatur und einen weiteren Tag bei 4 °C (ggf. einfrieren). Das Verfah-ren ist nur bei Abfällen mit pH-Werten von 6,8 bis 8,2 an-wendbar, anderenfalls erfolgt die Bestimmung des Gasbil-dungspotentials (GB <sub>21</sub> ).	Forum-AU: geeignet
Faulverhalten	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-8 (06/1985)	DEV - Bestimmung des Faulverhaltens (S 8)	BBodSchV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gärtest</li> <li>- Bestimmung des Faulverhaltens von Schlämmen</li> </ul>	Es wird der abbaubare orga-nische Kohlenstoff bestimmt. Die in der Norm erwähnte Verwendung von Eudiometern ist zu vermeiden. Der Einsatz von MilliGasCountern hat deutliche Vorteile im Bereich der Datenerfassung und -dokumentation, des Platzbedarfs und der Handha-bung durch das Laborperso-nal.	FBU: empfohlen

Tabelle II.9-1: Verfahren zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit (GB<sub>21</sub>, AT<sub>4</sub>)

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Gasbildungspotential (GB <sub>21</sub> )	Abfall	DIN 38414-8 (06/1985) präzisiert durch Anhang 4 Nr. 3.3.2 DepV	Gasbildung, bestimmt über 21 Tage im Laborversuch (GB <sub>21</sub> )	DepV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumetrische Bestimmung der Gasbildung (CH<sub>4</sub>-Bildung) an einer mit Impfschlamm versetzten Probe bei 35 °C</li> <li>- Versuchsdauer 21 Tage</li> <li>- keine Validierung</li> </ul>	Es sind 3 Parallelversuche erforderlich. Die Lagerfähigkeit der Proben beträgt max. 1 Tag bei Raumtemperatur und einen weiteren Tag bei 4 °C (ggf. einfrieren). Die Einstellung des pH-Werts auf 6,8 bis 8,2 erfolgt durch Natron- oder Kalilauge oder Salzsäure. Es kommt ein ausgefauter Impfschlamm zum Einsatz.	Forum-AU: empfohlen

## II.10 ERGEBNISUNSIKERHEIT

Schwankungen von Untersuchungsergebnissen an Feststoffproben sind nach aktuellen Erkenntnissen im Wesentlichen ein Resultat der inhomogenen Verteilung von Prüfmerkmalen (Schadstoffen) an Partikeln. Dieses Phänomen wird als Fundamentalvariabilität bezeichnet und unterscheidet sich in seiner Ausprägung wesentlich von der Ergebnisunsicherheit in der Wasser- oder Gasanalytik. Zahlreiche systematische Untersuchungen von LAGA-LFP-Vorhaben<sup>13</sup> und Arbeitsergebnissen des FBU<sup>14</sup> haben dieses hinreichend belegt.

Eine Definition für die Ergebnisunsicherheit findet sich in Anhang III.1.1. Die novellierte Qualitätssicherungsnorm DIN EN ISO/IEC 17025 von März 2018 verlangt eigentlich die Einbeziehung der Schwankung der Probenahme in die zu ermittelnde und anzugebene (Gesamt) Ergebnisunsicherheit.

Zahlreiche LAGA-LFP-Vorhaben haben gezeigt, dass die Materialgewinnungs- und –präparationsschritte für einen großen Teil der Ergebnisunsicherheit verantwortlich sein können. Ursächlich dafür ist jedoch die höchst unterschiedliche Homogenität bzw. Heterogenität der zu beprobenden Grundgesamtheit (z. B. eines Haufwerks oder einer Bodenschicht) im Hinblick auf das Prüfmerkmal (z. B. Schadstoffkonzentration). Daher lässt sich der auf dieser Heterogenität beruhende Anteil an der Ergebnisunsicherheit in der Vollzugs- und Umsetzungspraxis nicht quantifizieren, sondern allenfalls in Form einer gutachterlichen Beschreibung angeben – und darüber letztlich bei der Planung der Probennahme berücksichtigen. Lediglich aus Forschungsvorhaben liegen für einzelne Flächen so umfangreiche Untersuchungen vor, aus denen sich die Komponenten der Ergebnisunsicherheit für diese konkreten Fallbeispiele ermitteln ließen. Einer Übertragbarkeit auf ähnliche Fallgestaltungen sind dabei enge Grenzen gesetzt; eine übergreifende Verallgemeinerung ist nicht möglich.

Neben den erforderlichen Probenahmeschritten liefern insbesondere die Techniken der mechanischen Probenvorbereitung einen Hauptbeitrag zur Ergebnisvariabilität, da auf dem Weg von der Feld- über die Labor- bis hin zur Analysenprobe zahlreiche Verjüngungs-, Zerkleinerungs- und Teilungsschritte erfolgen.

Die Qualitätssicherungs- und –kontrollmaßnahmen der DIN EN ISO/IEC 17025 können dabei der Identifizierung defizitärer Arbeitsschritte und der Minimierung von verfahrensbedingten Ergebnisschwankungen dienen.

Um dem Sachverhalt der Ergebnisschwankungen Rechnung zu tragen, ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich, der es erlaubt, Ergebnisse einschließlich seiner Streuungen über den Gesamtprozess auch in der Nähe von Beurteilungsgrenzen (Grenzwerten etc.) zu beurteilen.

<sup>13</sup> S. Uhlig, K. Hettwer; Abschlussbericht LFP-Vorhaben L1.17 - Prüfung der Arbeitsabläufe Probenahme (PN), Probenvorbereitung (PV), Analytik und QS-Maßnahmen; 2018.

<sup>14</sup> S. Uhlig, K. Hettwer, K. Simon, K. Terytze; Weiterentwicklung und Aktualisierung der Methodik zur Ermittlung der Ergebnisunsicherheit auf der Grundlage der durchgeführten Ringuntersuchungen für den Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; UBA Texte 56/2021; 2021.



Hierfür wird ein vom Forum-AU erarbeiteter Ansatz in Kapitel II.11 beschrieben, der auch für Bodenuntersuchungen herangezogen werden kann, da er auf Ansätzen, die ursprünglich aus dem FBU stammen, beruht.

---

## II.10.1 ANGABE VON ANALYSENERGEBNISSEN UND MESSUNSICHERHEITEN

Die allgemeine Messunsicherheit als Teil der Ergebnisunsicherheit ist bei chemischen Bodenuntersuchungen für den Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und –Altlastenverordnung entsprechend dem Papier des FBU vom März 2008<sup>15</sup> anzugeben. Diese Angaben zur Messunsicherheit analytischer Verfahren entstammen der Auswertung zahlreicher Ringvergleiche und sind für diesen Teil der Ergebnisunsicherheit grundsätzlich verallgemeinerbar.

---

<sup>15</sup> „Angabe der Messunsicherheit bei chemischen Bodenuntersuchungen für den Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung“, FBU Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung und Ergebnisunsicherheit für Bodenuntersuchungsverfahren“, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, März 2008.

Tabelle II.10-1: Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Messunsicherheit	Wasser	DIN 38402-60 (12/2013)	DEV – Analytische Qualitätssicherung für die chemische und physikalisch-chemische Wasseruntersuchung (A 60)	AbfKlärV BioAbfV	- Norm legt Methoden zur Qualitätssicherung fest, in der weitere Kalibrierverfahren, die Plausibilitätskontrolle, Überwachungsfristen für Prüfmittel aufgenommen wurden	Die Norm ist in der AbfKlärV benannt zur Ermittlung der Nachweis- und Bestimmungsgrenze von Untersuchungsverfahren.	FBU / Forum-AU: sollte ersetzt werden durch DIN ISO 11352
Messunsicherheit	Wasser	DIN ISO 11352 (03/2013)	Wasserbeschaffenheit – Abschätzung der Messunsicherheit beruhend auf Validierungs- und Kontrolldaten	BBodSchV	- Verfahren zur Abschätzung der Messunsicherheit, die auf Validierungsdaten und Ergebnissen von internen und externen Qualitätskontrollen beruhen - Validierung dieses Verfahrens nicht erforderlich	Die Norm wird in der BBodSchV (2021) nur in Anlage 4 benannt. Es handelt sich um ein allgemeines Verfahren, das grundsätzlich auch für alle anderen Materialtypen geeignet ist.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Nachweis- und Bestimmungsgrenze	offen	DIN 32645 (11/2008)	Chemische Analytik – Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze unter Wiederholbedingungen – Begriffe, Verfahren, Auswertung	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	- beschreibt Verfahren zu deren Ermittlung unter Wiederholbedingungen innerhalb eines Laboratoriums	Es handelt sich um ein matrixunabhängiges Verfahren zur Ermittlung der Nachweis- und Bestimmungsgrenze.	FBU / Forum-AU: empfohlen

## II.11 BEURTEILUNG DER STOFFVERTEILUNGEN IN HAUFWERKEN

### Ausgangslage

Feste Abfälle sind in der Regel heterogen zusammengesetzt und weisen systematische Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung verschiedener Fraktionen auf. In einer Grundmenge können daher Bestandteile mit hohen und niedrigen Schadstoffgehalten nebeneinander auftreten. Als Grundmenge wird die im konkreten Fall anstehende Materialmenge bezeichnet, die räumlich und/oder zeitlich abgrenzbar ist. Abzutrennen davon sind erkennbare Belastungsherde (Hot-Spots), die separat zu beproben und zu bewerten sind.

Die Gewinnung einer repräsentativen Probe ist bei der Heterogenität von Abfällen in der Regel nicht möglich. Deshalb ist eine Beprobung so durchzuführen, dass die charakteristischen Merkmale und die Schwankung der Zusammensetzung des Abfalls, die für die Wahl des Entsorgungsweges maßgeblich sind, erfasst werden.

Dies bedeutet, dass es nicht zulässig ist, z. B. Proben nur dort zu entnehmen und zu Misch- und Sammelpuben zusammenzustellen, wo anhand äußerlicher Merkmale des Abfalls eine geringe Belastung erkennbar ist, oder entnommene Einzelproben oder deren Analyseergebnisse nicht zu berücksichtigen.

Im Text der LAGA PN 98 wird dazu ausgeführt, dass Proben zu gewinnen sind, deren Eigenschaften weitestgehend den Durchschnittseigenschaften der Gesamtmenge des Prüfguts entsprechen. Eine Einzelprobe, deren Eigenschaften deutlich oberhalb oder unterhalb der Durchschnittseigenschaften liegen, charakterisiert nicht den gesamten Abfall.

Die Untersuchungsergebnisse der Laborproben sollen letztlich die gesamte Grundmenge charakterisieren. Wenn sich signifikant unterschiedliche Werte ergeben, ist zunächst zu prüfen, ob sich alle Ergebnisse auf die gleiche Grundmenge beziehen bzw. ob sich innerhalb einer Grundmenge Anteile mit unterschiedlicher Stoffzusammensetzung befinden. Sollte dies der Fall sein, ist zu prüfen, ob eine getrennte Beprobung und Entsorgung dieser Anteile erforderlich ist.

**Die Anwendung dieser Messwertbeurteilung im Rahmen gesetzlicher und untergesetzlicher Regelwerke ist nur insoweit möglich, wie dies im Einklang mit den dort getroffenen Festlegungen und deren Zielsetzungen steht. Die Anwendung erstreckt sich somit nicht auf die, an verschiedenen Chargen/Haufwerken beispielsweise gemäß DepV durchzuführenden Überprüfungen und Kontrolluntersuchungen, sondern ausschließlich auf die Beurteilung von mehreren Proben aus einem Haufwerk. Insofern werden die Vorgaben der DepV hinsichtlich der Zulässigkeit von Überschreitungen nicht davon berührt.**

### Ansatz zur Beurteilung

In den verschiedenen Umweltbereichen gibt es unterschiedliche Ansätze für die Überprüfung der Einhaltung von Beurteilungswerten, z. B. die 4 von 5-Regel im Abwasserbereich. Vorgaben zur Beurteilung der Messwerte von Abfällen liegen bisher nur in Einzelfällen vor, z. B. bei der Prüfung der Kontrollanalysen auf Deponien oder zu Überschreitungen der Grenzwerte der Klärschlammverordnung. Gegenstand der folgenden Ausführungen ist ein Ansatz zur Beurteilung bei Vorliegen mehrerer Analysenwerte für ein Haufwerk. Der Beurteilungsansatz basiert auf den folgenden Voraussetzungen:

- keine Vermischung von Abfällen unterschiedlicher Zusammensetzung mit dem Ziel der Veränderung von Schadstoffgehalten,
- Beprobung des Haufwerks nach den Vorgaben der LAGA PN 98,
- Erhalt der Verteilung der Ausprägung der Merkmale des Haufwerks bei der Gewinnung der Laborproben.

Ein Grenzwert<sup>16</sup> gilt als eingehalten, wenn die obigen Voraussetzungen und mindestens eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

- alle Messwerte der Laborproben unterschreiten den Grenzwert oder
- der Mittelwert (M) und 80 % (4 von 5-Regel) aller Laborproben (LP) unterschreiten den Grenzwert oder
- der Mittelwert zuzüglich der ermittelten Streuung des Mittelwerts unterschreitet den Grenzwert (statistischer Ansatz).

### Berechnungsgrundlagen für die statistische Streuung

Die Streuung des Mittelwertes der Laborproben ergibt sich zu:

$$1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$$

Der Grenzwert gilt dann als eingehalten, wenn:

$$M + 1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}} \leq \text{Grenzwert}$$

LP	Laborprobe
n	Anzahl der LP der beprobten Grundmenge
M	Mittelwert aus n Einzelwerten der Analyse der n LP
S <sub>LP</sub>	Standardabweichung der n Einzelwerte der Analyse von n LP (sie schließt die Innerlabor-Standardabweichung mit ein)
$\frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	Standardabweichung des Mittelwertes der Analyse von n LP
$M + 1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	1,65-fache Standardabweichung des Mittelwertes der Analyse von n LP; Vertrauensbereich (einseitige Fragestellung) 95 % für große Probenzahlen

<sup>16</sup> Grenz-, Zuordnungswert

## Fallbeispiele

Tabelle II.11-1: Einhaltung eines Grenzwertes von 50 für je 9 Laborproben (LP) aus 7 Haufwerken (Halde 1-7) mit einer Grundmenge von 500 m<sup>3</sup>

	Halde 1	Halde 2	Halde 3	Halde 4	Halde 5	Halde 6	Halde 7
LP 1	49,3	45,9	47,7	48,9	48,9	1,0	47,7
LP 2	49,7	42,8	44,2	45,1	45,1	<b>52,4</b>	49,0
LP 3	40,7	44,2	<b>52,3</b>	37,3	37,3	<b>55,5</b>	<b>52,3</b>
LP 4	45,1	<b>51,5</b>	38,0	49,0	39,0	5,7	48,6
LP 5	41,1	38,1	<b>50,8</b>	44,7	44,7	2,3	<b>56,8</b>
LP 6	48,5	46,5	48,6	41,4	41,4	<b>55,6</b>	48,6
LP 7	46,3	42,6	44,7	<b>102,0</b>	<b>91,0</b>	<b>50,6</b>	47,5
LP 8	49,4	39,6	45,1	40,1	40,1	5,2	45,1
LP 9	46,6	46,4	35,0	45,7	45,7	48,5	49,0
Mittelwert	46,3	44,2	45,1	<b>50,5</b>	48,1	30,8	49,4
n	9	9	9	9	9	9	9
S <sub>LP</sub>	3,45	4,01	5,66	19,71	16,49	25,95	3,34
S <sub>LP</sub> %	7,4%	9,1%	12,5%	39,1%	34,3%	84,3%	6,8%
$1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	1,90	2,21	3,11	10,84	9,07	14,27	1,84
$M + 1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	48,2	46,4	48,3	<b>61,3</b>	<b>57,2</b>	45,0	<b>51,2</b>
alle Werte < 50?	ja	<b>nein</b>	<b>nein</b>	<b>nein</b>	<b>nein</b>	<b>nein</b>	<b>nein</b>
4 von 5-Regel eingehalten?	Ja	ja	<b>nein</b>	<b>nein</b>	ja	<b>nein</b>	<b>nein</b>
Mittelwert + Streuung < 50?	ja	ja	ja	<b>nein</b>	<b>nein</b>	ja	<b>nein</b>

In Tabelle II.1-1 werden Untersuchungsergebnisse von Laborproben aus verschiedenen Haufwerken gezeigt. An diesen Fallbeispielen wird die Anwendung der drei Bewertungskriterien auf Untersuchungsergebnisse aus Haufwerksbeprobungen dargestellt.

Die kommentierten Prüfergebnisse sind Tabelle II.11-2 zu entnehmen.

Tabelle II.11-2: Prüfergebnisse mit Kommentaren für die Fallbeispiele „Halde 1 bis 7“

Halden Nr.	Kommentar zur Anwendung des Bewertungsansatzes	Prüfergebnis
Halde 1	Alle Messergebnisse liegen unterhalb des Grenzwertes (GW).	GW eingehalten
Halde 2	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel und des statistischen Ansatzes werden erfüllt.	GW eingehalten
Halde 3	Zwei Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel wird nicht erfüllt, da zwei Überschreitungen erst ab 10 Werten zulässig sind. Der statistische Ansatz wird erfüllt.	GW eingehalten
Halde 4	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert überschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel wird wegen Überschreitung des Mittelwerts nicht erfüllt. Die Bedingung des statistischen Ansatzes wird nicht erfüllt.	<b>GW nicht eingehalten</b>
Halde 5	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel wird erfüllt. Die Bedingung des statistischen Ansatzes wird nicht erfüllt.	GW eingehalten
Halde 6	<p>Vier Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel wird nicht erfüllt. Der statistische Ansatz ist erfüllt.</p> <p>Der Beurteilungsansatz basiert jedoch auf den Voraussetzungen, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ keine Vermischung von Abfällen unterschiedlicher Zusammensetzung mit dem Ziel der Veränderung von Schadstoffgehalten erfolgt</li> <li>➤ und der Erhalt der Merkmalsverteilung des Haufwerks bei der Gewinnung der Laborproben gewährleistet ist.</li> </ul> <p>Die vorliegenden Ergebnisse deuten auf eine zweigipfelige Verteilung in den Laborproben hin. Es bestehen Zweifel, dass die erhaltenen Untersuchungsergebnisse die tatsächliche Merkmalsverteilung in der Halde abbilden. Durch geeignete Maßnahmen ist dieses zu überprüfen.</p>	<b>Weiterer Prüfbedarf</b>
Halde 7	Zwei Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5-Regel wird nicht erfüllt, da zwei Überschreitungen erst ab 10 Werten zulässig sind. Der statistische Ansatz wird nicht erfüllt.	<b>GW nicht eingehalten</b>

## II.12 QUALITÄTSSICHERUNG

Im Hinblick auf die Umsetzung des § 4 der Verwaltungsvereinbarung über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich (beschlossen von der 51. UMK am 19./20.11.1998, in Kraft getreten am 16.01.2001) untersetzen die [Fachmodule Abfall und Boden/Altlasten](#) die vom Gesetzgeber vorgegebenen Anforderungen zur Durchführung des Notifizierungsverfahrens sowie Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen und deren Nachweis. Die Fachmodule dienen somit dem einheitlichen Handeln der Länder und wurden durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DakKS) als sektorale Regelungen anerkannt.

In den gesetzlich geregelten Umweltbereichen Abfall und Boden/Altlasten dürfen Untersuchungen nur von notifizierten Untersuchungsstellen durchgeführt werden. Das Verwaltungsverfahren zur Notifizierung wird dabei von der zuständigen Stelle des Landes durchgeführt, in dem die Untersuchungsstelle ihren Geschäftssitz hat. Im Rahmen dieses Notifizierungsverfahrens muss die Untersuchungsstelle die Anforderungen aus den jeweiligen Bundesverordnungen, wie erforderliche Fachkunde, Unabhängigkeit, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung erfüllen.

Gemäß den Fachmodulen ist die erforderliche Fachkunde und die gerätetechnische Ausstattung erfüllt, wenn der Kompetenznachweis nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die von der Untersuchungsstelle beantragten Untersuchungsbereiche erbracht wurde. Die Kompetenz wird durch Vorlage einer fachmodulkonformen Akkreditierung<sup>17</sup> durch die DakKS nachgewiesen.

Des Weiteren wird durch die Fachmodule eine notifizierte Untersuchungsstelle verpflichtet, regelmäßig an den von der zuständigen Länderstelle vorgeschriebenen Ringversuchen als externe Qualitätssicherungsmaßnahme teilzunehmen. Dabei sind ausschließlich notifizierte Verfahren anzuwenden. Mit einer erfolgreichen Ringversuchsteilnahme erbringt eine notifizierte Untersuchungsstelle u. a. den Nachweis ihrer Zuverlässigkeit.

Im jeweiligen Teil 3 bzw. III der Fachmodule sind die Untersuchungs- und Teilbereiche entsprechend der jeweiligen Bundesverordnungen zusammengefasst.

Eine Liste aller Parameter mit den dazugehörigen Verfahren wird als Verfahrensliste geführt. In dieser sind neben den vom Gesetzgeber vorgegebenen Verfahren auch die von den Länderbehörden als gleichwertig anerkannten Verfahren genannt. Bei der Anerkennung der Gleichwertigkeit von Verfahren wird u. a. die Methodensammlung Feststoffuntersuchung verwendet.

---

<sup>17</sup> Akkreditierung ist die formelle Anerkennung der Kompetenz eines Prüflaboratoriums oder einer Messstelle durch die DAkkS, bestimmte Prüfungen oder Prüfungsarten auszuführen. Dabei müssen die erforderlichen materiellen Anforderungen nach DIN EN ISO/IEC 17025 in der jeweils geltenden Fassung erfüllt sein.

---

Die Verfahrensliste wird künftig aus den Fachmodulen ausgegliedert und im Recherchesystem Messstellen und Sachverständige ([ReSyMeSa](#)) hinterlegt.

Somit kann zügig auf Änderungen der Bundesverordnungen sowie der Methodensammlung Feststoffuntersuchung reagiert und eine zeitnahe Aktualisierung von Parametern und Verfahren gewährleistet werden.



Tabelle II.12-1: Qualitätssicherung

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Anforderungen an Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau	nicht benannt	RAP Stra 15 (Ausgabe 2015)	Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau</li> <li>- die Anerkennung wird für verschiedene Fachgebiete und Prüfungsarten ausgesprochen und ist an bestimmte Formalien geknüpft</li> <li>- enthält Regelungen über die Pflichten und Überprüfung der Prüfstellen sowie Ausstattungsstandards und die Rücknahme der Anerkennung</li> </ul>	Die Anerkennung nach RAP Stra 15 ist bundesweit gültig. Sie erstreckt sich auf die in der Bescheinigung aufgeführten Prüfungsarten und Fachgebiete. Die ErsatzbaustoffV beschränkt sich auf Fachgebiet D (Gesteinskörnungen) und Fachgebiet I (Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel und für den Erdbau).	Forum-AU: empfohlen
Konformitätsbewertung für Inspektionsstellen	nicht benannt	DIN EN ISO/IEC 17020 (07/2012)	Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen	BBodSchV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Inspektionsstellen</li> <li>- gilt sowohl für die Probenahme als auch für gutachterliche Leistungen</li> <li>- in der DepV auf die Fremdprüfung im Deponiebau beschränkt</li> </ul>	Die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17020 ist nur für Tätigkeiten nach § 19 BBodSchV möglich. Die Untersuchungsstelle hat eine ihrem Aufgabenumfang angemessene Qualitätsmanagementdokumentation zu führen sowie die Validität von Ergebnissen gemäß Kap. 7.7 der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 abzusichern.	FBU: empfohlen

Tabelle II.12-1: Qualitätssicherung

Parameter/ Anwendungsbereich	Materialtyp	Methode	Titel	Rechtsbezug	Kurzbeschreibung	Bemerkungen	Bewertung
Konformitätsbewertung für Prüflaboratorien	nicht benannt	DIN EN ISO/IEC 17025 ( <del>04/2000</del> ) ( <del>08/2005</del> ) (03/2018)	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien	AbfKlärV AltholzV Altölv BBodSchV BioAbfV DepV ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Laboratorien um kompetent zu arbeiten und valide Ergebnisse zu sichern</li> <li>- gilt für Probenahme und Analytik</li> </ul>	Die DIN EN ISO/IEC 17025 gilt für analytisch arbeitende Laboratorien und probennehmende Stellen.	FBU / Forum-AU: empfohlen
Konformitätsbewertung für Zertifizierungsstellen	nicht benannt	DIN EN ISO/IEC 17065 (01/2013)	Konformitätsbewertung – Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren	ErsatzbaustoffV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an die Zertifizierung von Produkten (einschließlich Dienstleistungen) und Prozessen sowie der Stellen, die diese Tätigkeiten anbieten</li> </ul>	Zertifizierungsstellen müssen nicht alle Arten von Produkt-, Dienstleistungs- und Prozesszertifizierung anbieten. In der 1. Novelle der ErsatzbaustoffV wurde konkretisiert, dass es sich bei einer akkreditierten Überwachungsstelle um eine Akkreditierung für Gesteinskörnungen in ungebundenen Gemischen handeln muss. <b>Die DAkKS bietet mit Stand Juni 2023 keine Akkreditierung als Überwachungsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17065:2013-01 an.</b>	Forum-AU: empfohlen

## II.12.1 QUALITÄTSGESICHERTE INTERPRETATION VON ANALYSENERGEBNISSEN

### Einleitung

In einem Gutachten erfolgt die Dokumentation und Beurteilung der durchgeführten Untersuchungen und der erhaltenen Analyseergebnisse. Gutachten bzw. Analyseergebnisse werden von Auftraggebern oder Behördenmitarbeitern gemeinhin genutzt, um auch weitreichende Entscheidungen zu treffen. Für die Entscheidungsfindung ist sicherzustellen, dass die Untersuchungsergebnisse die richtige Qualität aufweisen. Die Analyseergebnisse sind ein wesentlicher Bestandteil eines Gutachtens und werden in einer übersichtlichen Form dargestellt. Diese Ergebnisse werden i. d. R. von einem Labor (Untersuchungsstelle) produziert und in einem Prüfbericht dokumentiert. Der Prüfbericht eines akkreditierten bzw. notifizierten Labors muss die Forderungen der Norm DIN EN ISO/IEC 17025 erfüllen. Alle weiteren zum Erhalt der Ergebnisse notwendigen Tätigkeiten sind in entsprechenden Dokumenten, wie Lage-, Probenahmeplan, Probenahmeprotokoll, Laborprobenbegleitprotokoll usw. in geeigneter Form im Gutachten zu dokumentieren.

Aktuell ist die Sensibilität bei Auftraggebern, Behörden und Gutachtern zum Stellenwert von Probenahmeplan, Probenahmeprotokoll und Laborprobenbegleitprotokoll meist wenig ausgeprägt. Die im Folgenden dokumentierte Entscheidungshilfe zur qualitätsgesicherten Interpretation von Analyseergebnissen soll den Behörden, aber auch den Auftraggebern helfen, mit einfachen Mitteln zu erkennen, wie belastbar ein vorgelegter Messwert ist.

Eine Bewertung von (Labor-)Prüfberichten kann hinsichtlich der Erfüllung der Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025 erfolgen. Fachlich kann eine Prüfung der zur Untersuchung verwendeten Analysenverfahren durch Vergleich mit gesetzlichen Vorgaben und den Empfehlungen dieser Methodensammlung erfolgen.

### Qualitätsstufen für die Interpretation von Analyseergebnissen

Die Bewertung eines Analyseergebnisses soll die Ermittlung und Beurteilung des Grades der Erfüllung vorgegebener Zielvorstellungen für das zu untersuchende Bewertungsobjekt darstellen. Dabei ist zu bewerten, ob die einschlägigen sowie die im Einzelfall konkret vereinbarten Qualitätsanforderungen erfüllt sind. In einem ersten Schritt kann hier nach Tabelle II.12-2 und Tabelle II.12-3 eine Vollständigkeitsprüfung erfolgen. Die inhaltliche Prüfung wird in dieser Methodensammlung nicht behandelt. In Anlehnung an Ratingskalen, die im Rahmen von Bonitätsprüfungen verbreitet sind, werden bei der Vollständigkeitsprüfung folgende Qualitätsstufen unterschieden:

### Qualitätsstufe A

Ein Untersuchungsergebnis mit der Qualitätsstufe A besitzt eine hohe Aussagekraft im Hinblick auf die konkrete Fragestellung und Belastbarkeit der Analyseergebnisse.

### Qualitätsstufe B

Untersuchungsergebnisse mit der Qualitätsstufe B zeichnen sich durch eine durchschnittliche Belastbarkeit der Analyseergebnisse aus. Bei solchen Untersuchungsergebnissen können z. B. Analyseergebnisse von anforderungskonform ermittelten Werten erheblich abweichen, wenn Basisinformationen aus Laborprobenbegleitprotokollen oder Laborprüfberichten im vorgelegten Bericht nicht dokumentiert oder berücksichtigt wurden. Es ist dann z. B. unklar, ob die Gesamtprobe oder nur das Feinmaterial untersucht wurde oder welche Analyseverfahren konkret vom Labor verwendet wurden.

### Qualitätsstufe C

Bei Untersuchungsergebnissen mit der Qualitätsstufe C besteht die Gefahr, dass an der falschen Stelle, mit defizitären Methoden oder auf die falschen Parameter untersucht wurde. Das Analyseergebnis stellt lediglich eine Möglichkeit dar und ist oftmals als Zufallsbefund zu werten. Die Analyseergebnisse sind nicht belastbar bzw. bewertbar, wenn in einem Bericht in einer Rubrik die Qualitätsstufe C festgestellt wurde. Die Erfahrung zeigt, dass fast alle Projekte, die auf vorgenutzten Flächen scheiterten, an mangelhaft durchgeführten und dokumentierten Untersuchungen krankten. Kostenexplosionen bei der Entsorgung und lange Baustillstandszeiten standen dabei in keinem Verhältnis zu den eingesparten Gutachterkosten.

Auftraggeber und Behörden, die bereit sind, ein Untersuchungsergebnis der Stufe C zu akzeptieren, gehen ein hohes Risiko ein. Derartige Berichte können nur dann für Entscheidungen herangezogen werden, wenn die fehlenden Informationen noch ergänzt werden können.

Tabelle II.12-2: Checkliste – Vollständigkeitsprüfung von Untersuchungsergebnissen zur Abfalleinstufung

**Gutachten:****Autor:****Datum:**

	Bestandteile des Untersuchungsergebnisses	vorhanden	nicht vorhanden → resultierende Qualitätsstufe	Bemerkungen
1	Veranlassung/Fragestellung/Untersuchungsziel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	
2	Informationen über den Abfall liegen vor, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ typische Zusammensetzung vergleichbarer Abfälle aus ABANDA</li> <li>➤ konkrete Entstehungsgeschichte im Betrieb, Besonderheiten</li> <li>➤ bei mineralischen Abfällen zusätzlich Bauschadstoffe, geogene Belastungen und nutzungsbedingte Kontaminationen</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
3	Differenzierung der Probenahme-strategie (z. B. stoffliche Charakterisierung/Hot-Spot/Qualitätssicherung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	
4	Probenahmeplan: Festlegung der Parameter und Analysemethoden anhand des Entsorgungszieles (z. B. DepV, LAGA), maßstäblicher Lageplan, Anzahl, Art und Menge der Proben, Festlegung der Beprobungsstellen, Festlegung von Probenvorbehandlung, ggf. Fraktionen, Probenbehältern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b> (Bei Probenahme durch <b>Sachkundigen</b> )	Wenn der <b>Fachkundige</b> die Probe nimmt, können diese Punkte auch im Rahmen des Probenahmeprotokolls dokumentiert werden.
5	Probenahmeprotokoll: Sorgfältige Beschreibung von Grundgesamtheit und Probe. Wurden alle relevanten Punkte, die nach LAGA PN 98 gefordert werden, dokumentiert? Dokumentation von Abweichungen zum Probenahmeplan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
6	Laborprobenbegleitprotokoll nach DIN 19747 <sup>18</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
7	Dokumentation der Stabilisierung der Proben, korrekte Lagerung/Kühlung <sup>18</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	
8	Prüfberichte des Labors	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
9	Beurteilung der Messergebnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	
10	Anwendung der grün gelisteten Methoden (Referenzmethoden) der Methodensammlung Feststoffuntersuchung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	sofern keine hinreichende Begründung vorliegt

Qualitätsstufen:

A: vollständig Im Hinblick auf die konkrete Fragestellung ein gut bewertbares Untersuchungsergebnis.

B: ausreichend Im Hinblick auf die konkrete Fragestellung ein Untersuchungsergebnis, das nur unter Inkaufnahme erheblicher Unsicherheiten bewertet werden kann.

C: ungenügend Hinweise auf grundsätzlich falsche Vorgehensweisen liegen vor. **Ergebnisse sind nicht bewertbar.**<sup>18</sup> Sofern alle Proben gleichbehandelt wurden, ist ein Dokument stellvertretend für alle Proben ausreichend.

Tabelle II.12-3: Checkliste zur Vollständigkeitsprüfung von Untersuchungsergebnissen bei der Gefährdungsabschätzung von alllastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie der Untersuchung von Flächen mit Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen

	Einflussfaktoren auf die Qualität von Untersuchungsergebnissen	vorhanden	nicht vorhanden → resultierende Qualitätsstufe	Bemerkungen/ evtl. Aufwertung durch
1	Veranlassung/Fragestellung/Untersuchungsziel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	
2	Informationen zur Fläche sind dargestellt, z. B.: ➤ zum grundsätzlichen Belastungsverdacht ➤ zum Belastungsszenario und der Flächennutzung ➤ zu Boden- und Schadstoffeigenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
3	Probenahme-strategie ist dargelegt ➤ was soll wie und warum durch die Probenahme charakterisiert werden ➤ welche Qualität wird angestrebt ➤ Analysenplanung (Parameter, Verfahren, Qualität)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	Ggf. kann der Probenahmeplan bereits in die Strategie eingearbeitet sein.
4	Probenahmeplan ➤ Lageplan und Festlegung der Probenahmeorte ➤ Hinweise zur Entnahme der Proben (Art und Weise) ➤ Probenvorbehandlung, -menge, -behälter, -transport unter Berücksichtigung der Analysenplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	Ggf. kann der Probenahmeplan bzw. Änderungen aufgrund der Gegebenheiten vor Ort in das Probenahmeprotokoll integriert sein.
5	Probenahmeprotokoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	Richtiger Ort? Richtige Tiefe?
6	Laborprobenbegleitprotokoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	sofern die Informationen nicht plausibel auf anderem Wege dargestellt sind
7	Dokumentation der Stabilisierung der Proben, korrekte Lagerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	Das <b>Nicht</b> -Überführen von Untersuchungsmaterial in Methanol beim Umgang mit LHKW- und BTEX-haltigen Proben führt zur <b>Abwertung</b> nach <b>C!</b>
8	Prüfberichte des Labors	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	Wenn nicht nachlieferbar C.
9	Bewertung der Messergebnisse unter Berücksichtigung der Messunsicherheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>bis B</b>	Wenn Angaben zur Messunsicherheit und Kenngrößen des Messverfahrens fehlen, kann im Nahbereich von Bewertungsmaßstäben nur Stufe B erreicht werden.
10	Anwendung der Untersuchungsverfahren der BBodSchV bzw. der grün gelisteten Methoden (Referenzmethoden) der Methodensammlung Feststoffuntersuchung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	sofern keine hinreichende Begründung erfolgt

Qualitätsstufen:

A: vollständig Im Hinblick auf die konkrete Fragestellung und das Untersuchungsziel eine gut einschätzbare Ergebnisqualität.

B: ausreichend Im Hinblick auf die konkrete Fragestellung ein Untersuchungsergebnis, das ggf. jedoch unter Inkaufnahme erheblicher Unsicherheiten bewertet werden kann.

C: ungenügend Es besteht die Gefahr, dass an entscheidender Stelle durch Anwendung leistungsschwacher Methoden fehlerhaft untersucht wurde. **Die Ergebnisse sind nicht belastbar.**

## III ANHÄNGE

### III.1 UNTERSUCHUNGS- UND FACHTECHNISCHE GRUNDLAGEN

#### III.1.1 GLOSSAR

Die Begrifflichkeiten wurden bewusst allgemeinverständlich gehalten, um einem breiten Nutzerkreis Rechnung zu tragen.

##### Validierte Verfahren

In Ringversuchen auf Zuverlässigkeit, Präzision und Robustheit getestete Verfahren.

##### Selektive Analysenmethoden

Als selektive Analysenmethoden bezeichnet man Verfahren, bei denen sichergestellt ist, dass das Analysensignal ausschließlich von dem zu bestimmenden Stoff bzw. Bestandteil und nicht von den Begleitsubstanzen (Matrix) hervorgerufen wird.

Beispiel: Bei der photometrischen Untersuchung wässriger Proben auf Chromat bzw. Dichromat mittels Diphenylcarbazid muss sichergestellt sein, dass das Analysensignal nur von der Farbreaktion mit dem zu untersuchenden Stoff stammt und nicht (auch) von der Eigenfärbung der Matrix (z. B. Huminstoffe).

##### Untere Anwendungsgrenze

Die untere Anwendungsgrenze (UAG) gibt die kleinste quantifizierbare Konzentration oder den Gehalt eines Analyten an, der mit einem bestimmten Analysenverfahren unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift ermittelt werden kann. Sie hängt insbesondere vom Einfluss der Stör- bzw. Begleitkomponenten (Matrix) ab.

##### Bestimmungsgrenze

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

##### Nachweisgrenze

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

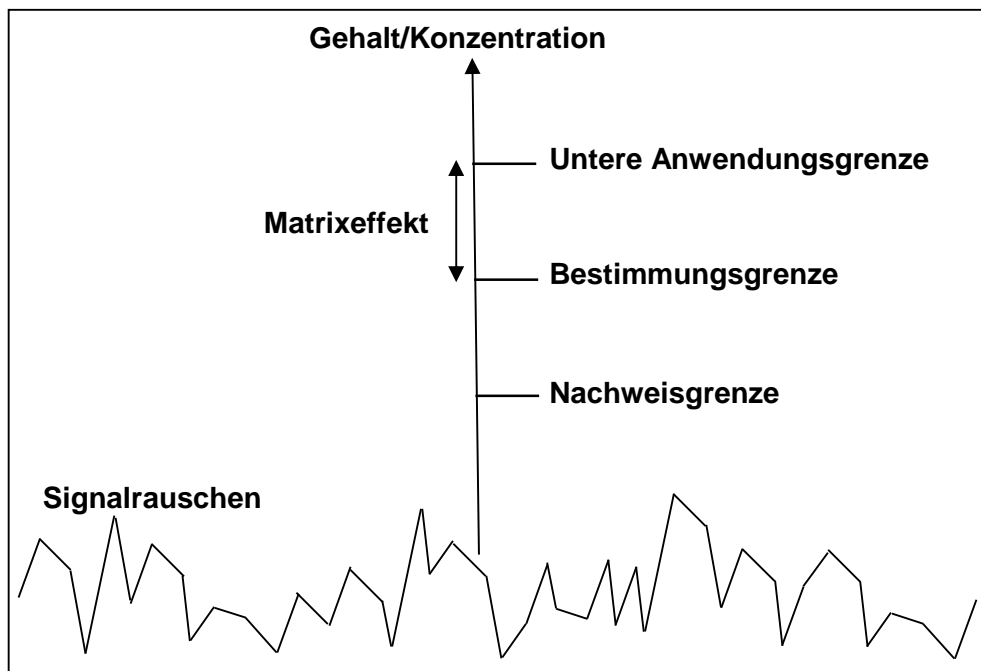


Abbildung III.1-1: Graphische Erläuterung der Begrifflichkeiten Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze und untere Anwendungsgrenze

### Messunsicherheit / erweiterte Messunsicherheit

Messunsicherheit ist definiert als „nichtnegativer Parameter, der die Streuung derjenigen Werte kennzeichnet, die einer Messgröße  $Y$  auf der Grundlage der benutzten Informationen beigeordnet ist“ (JCGM 200:2012, (VIM) 2.26). Messunsicherheit wird häufig als Standardabweichung ( $u$ ) ausgedrückt und zur Berechnung eines symmetrischen Unsicherheitsintervalls um das Messergebnis genutzt ( $Y \pm u$ ). Dieses umfasst bei einer normalverteilten Grundgesamtheit den Anteil von ca. 68 % aller möglichen Werte bei Wiederholungsmessungen.

Die erweiterte Messunsicherheit wird durch einen Erweiterungsfaktor  $k$  gekennzeichnet, der mit der Standardabweichung multipliziert wird ( $U = k \cdot u$ ). Ein Wert von  $k = 2$  entspricht dabei einem Überdeckungsintervall von ca. 95 %. Die erweiterte Messunsicherheit wird ebenfalls oft zur Darstellung des symmetrischen Messunsicherheitsintervalls der Form  $Y \pm U$  genutzt.

### Ergebnisunsicherheit<sup>19</sup>

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“. Beim Vergleich von Untersuchungs-

<sup>19</sup> 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.



ergebnissen mit Beurteilungs- und insbesondere Grenzwerten 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 Verteilung der Merkmalsträger),
- die Probenahme und Probenaufbereitung sowie
- das angewandte Mess- bzw. Prüfverfahren inklusive der Unsicherheit der zertifizierten Referenzwerte, die der Messung zugrunde liegen (Messunsicherheit).

Um ein Messverfahren zu charakterisieren, werden die Begriffe Präzision und Richtigkeit verwendet (vgl. Abbildung III.1-2).





		PRÄZISION	
		gut	schlecht
RICHTIGKEIT	gut		
	schlecht		

Abbildung III.1-2: Schießscheibenmodell zur Verdeutlichung der Begriffe Präzision und Richtigkeit

### Präzision

Qualitatives Maß für statistische (zufällige) Fehler (z. B. Ablese- und Interpolierfehler, Pipettier- und Wägefehler).

## Richtigkeit

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

Hinweise auf die Unsicherheit der validierten Analyseverfahren sind den jeweiligen Normen zu entnehmen, bei Verfahren der BBodSchV auch den Auswertungen zahlreicher Ringvergleiche durch den FBU. Bei Boden- und Abfalluntersuchungen wird das Ausmaß der Unsicherheit des ermittelten Analyseergebnisses nicht allein durch die Untersuchung im Labor, sondern vor allem durch die inhomogene Stoffverteilung und die heterogene Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials bestimmt.

### III.1.2 STATUS VON NORMEN UND RICHTLINIEN

Normen enthalten technische Regelungen und haben per se keine rechtliche Verbindlichkeit. Sie werden erst verbindlich, wenn der Gesetz- bzw. Verordnungsgeber deren Anwendung beispielsweise in Gesetzen oder Verordnungen vorschreibt. Sie erlangen auch rechtliche Bedeutung, wenn sie der Ausfüllung des unbestimmten Rechtsbegriffs „Stand der Technik“ dienen.

Normen zur Umweltanalytik werden im nationalen (DIN/VDI-Richtlinien), europäischen (CEN) und internationalen (ISO) Rahmen erarbeitet. Der Werdegang der Normung und der Stellenwert sind in Abbildung III.1-3 dargestellt.

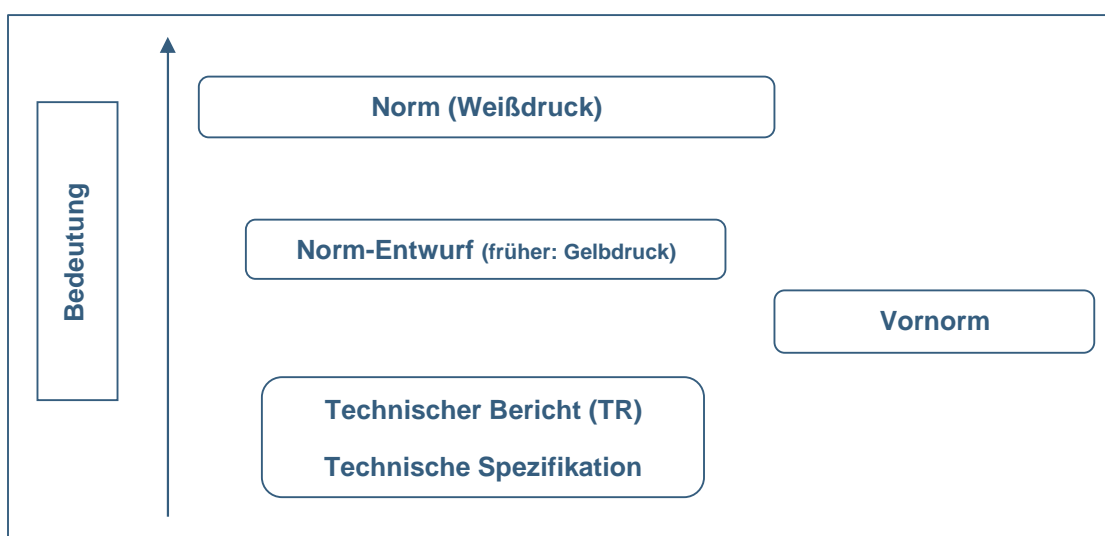


Abbildung III.1-3: Hierarchie von Normen

Im nationalen Bereich besitzen für abfallbezogene Fragestellungen die LAGA-Richtlinien besondere Bedeutung. Deren Werdegang ist in Abbildung III.1-4 dargestellt. Die Richtlinien und Merkblätter der LAGA konkretisieren abfallrechtliche Vorgaben und gehen in diesem Belang etwaigen Aussagen in technischen Normen oder allgemeinen technischen Richtlinien vor.

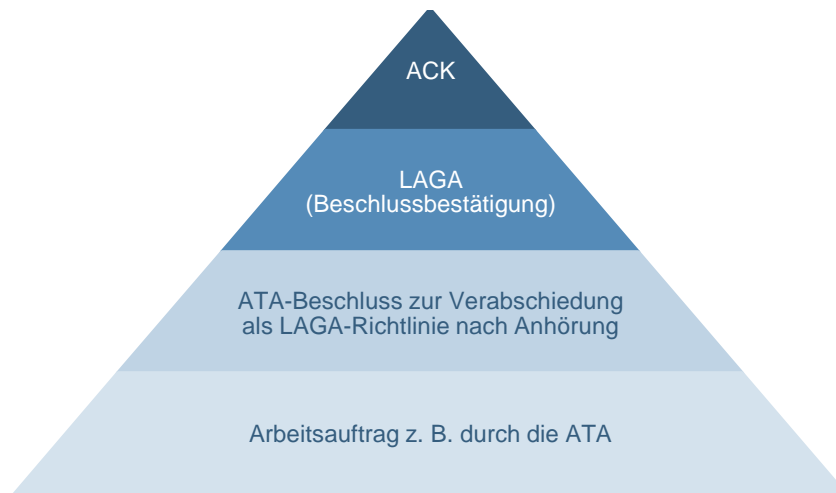


Abbildung III.1-4: Werdegang einer LAGA-Richtlinie

Die LAGA erarbeitet Richtlinien, Technische Regeln und Merkblätter (Mitteilungen) zur Abfalluntersuchung für die Vollzugspraxis. Die Erarbeitung erfolgt z. B. auf Beschluss des Abfalltechnik-Ausschusses (ATA) der LAGA. Der Arbeitsauftrag über zu erarbeitende Richtlinien, Technische Regeln und Merkblätter wird an Ländervertreter vergeben. Entwürfe von LAGA-Richtlinien werden nach Anhörung zu beteiligender Kreise durch den zuständigen „Hauptausschuss“ über die LAGA-Vollversammlung der Amtschefkonferenz (ACK) vorgelegt und bei Bestätigung den Bundesländern zur Einführung empfohlen.

Den Werdegang einer Norm vom Manuskript-Entwurf bis zur verabschiedeten Norm ist in Abbildung III.1-5 dargestellt.

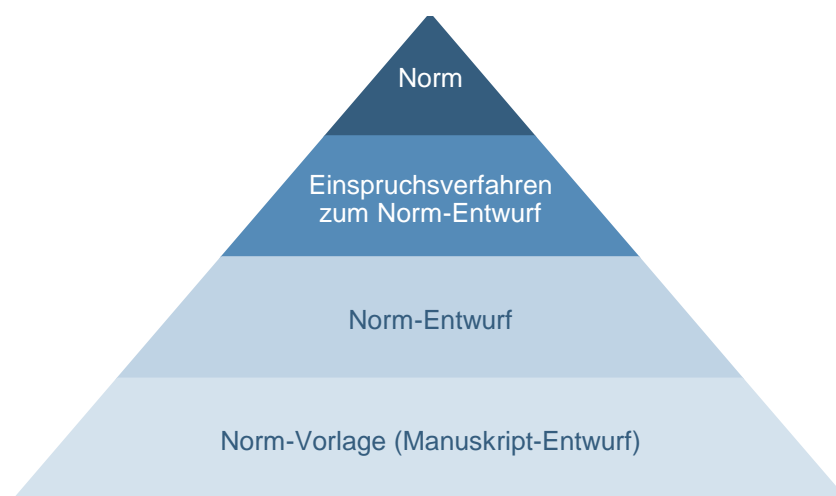


Abbildung III.1-5: Werdegang einer Norm

Außer den „klassischen Normen“ existieren noch sogenannte pränormative Dokumente und Technische Spezifikationen (TS bzw. SPEC) sowie technische Berichte (TR):

- DIN CEN/TR
- DIN CEN/TS
- DIN ISO/TS
- DIN SPEC
- ISO TR

Ihre Bedeutung darf nicht mit verabschiedeten Normen gleichgesetzt werden, sie besitzen lediglich informativen Charakter (s. a. Abbildung III.1-6). [Technische Spezifikationen \(TS, SPEC\) und Technical Reports \(TR\) erfahren i. d. R. keine Methodvalidierung!](#)

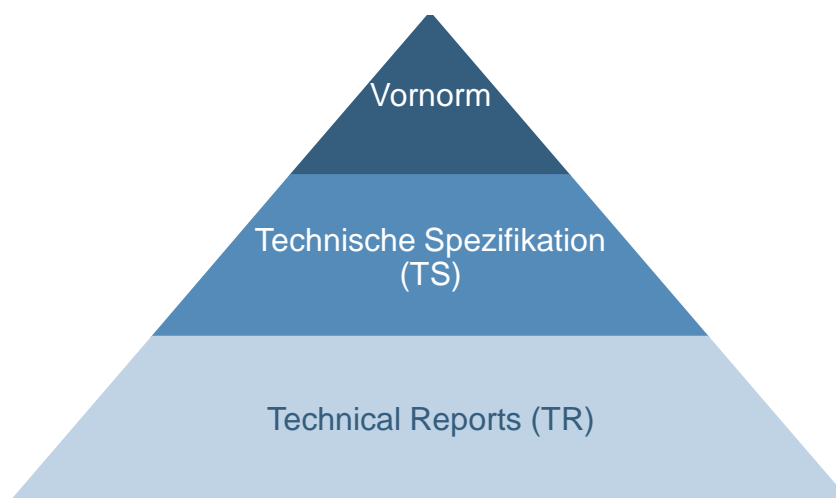


Abbildung III.1-6: Pränormative Dokumente und technische Berichte

Es gibt bisher nur wenige Analysenverfahren, die explizit für die Untersuchung von Abfällen entwickelt und validiert wurden. Auf europäischer Ebene werden zwar derzeit vermehrt Analysenverfahren für den Matrixtyp „Abfall“ erarbeitet, jedoch müssen häufig zur Abfalluntersuchung noch Normen aus den Matrixbereichen Boden, Schlämme und Sedimente herangezogen werden, die für den Anwendungsbereich „Abfalluntersuchung“ nicht validiert sind. Vor einer Übertragung dieser Verfahren auf feste Abfälle oder verunreinigtes Bodenmaterial müssen deshalb grundsätzlich mögliche abfallspezifische Matrixinterferenzen geprüft werden. Verwendete Bezeichnungen für Normen sind:

- |              |                  |
|--------------|------------------|
| ➤ DIN        | ➤ DIN EN ISO/IEC |
| ➤ DIN EN     | ➤ DIN ISO        |
| ➤ DIN EN ISO | ➤ ISO            |

Überdies sind Dokumente mit der Zusatzkennung „Entwurf“ (kurz: E) zu finden. Vielfach wird das „E“ hierbei vorangestellt.

### III.1.3 ANGABE VON ANALYSEN- UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSEN

Grundlage für die Angabe von Analyseergebnissen sind die DIN EN ISO/IEC 17025 und DIN 38402. Bei einzelnen Kenngrößen sind die normenspezifischen Festlegungen zu beachten.

Ein vollständiger Prüfbericht beinhaltet folgende Punkte:

- Probenart (Materialtyp, Matrix z. B. natives Bodenmaterial, Bauschutt)
- Probenahmeprotokoll
- Vorbehandlung (s. Protokoll Anhang A DIN 19747)
- Aufbereitungsverfahren (Angabe des Extraktionsmittels und des Extraktionsverfahrens bei Normen mit Wahlmöglichkeit)
- Probenvorbereitung (Anzahl der Einzelproben, Mischproben, Sammelproben, Laborproben, Parallelproben und Rückstellproben)
- Parameter
- zu ermittelnde Messgröße (Konzentration, Gehalt)
- Zahlenwert der ermittelten Messgröße (Einzelwert, Mittelwert)
- Messunsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor  $k$  bei erweiterter Messunsicherheit
- Einheit (bezogen auf Originalsubstanz oder Trockenmasse)
- Analyseverfahren
- Bestimmungsgrenze

Beispiel:

Probenbezeichnung	z. B. Labornummer
Parameter	MKW
Spezifikation	C <sub>10</sub> – C <sub>22</sub>
Zahlenwert der Messgröße	350
Erweiterte Messunsicherheit	50
Erweiterungsfaktor ( $k$ )	2
Messgröße / Einheit	Gehalt / mg/kg TM
Analyseverfahren	DIN EN 14039
Bestimmungsgrenze	40

Analyseergebnisse müssen konsistent mit der angegebenen laborinternen Messunsicherheit sein. Die Größe der Messunsicherheit (i. d. R. zwei signifikante Stellen) legt fest, bis zu wie vielen Stellen ein Analyseergebnis im Prüfbericht angegeben werden darf. In der Regel wird die erweiterte Messunsicherheit mit  $k = 2$  der Rundung zu Grunde gelegt.

Beispiel: Angabe der Analyseergebnisse mit Messunsicherheit ( $k = 2$ )

richtig: Cadmium: 5,32 mg/kg  $\pm$  0,45 mg/kg

falsch: Cadmium: 5,623 mg/kg  $\pm$  0,73 mg/kg

richtig: Blei: 5,6 mg/kg  $\pm$  0,7 mg/kg

falsch: Blei: 5,6 mg/kg  $\pm$  0,734 mg/kg

Neben der von der Untersuchungsstelle im Prüfbericht anzugebenden Messunsicherheit, stellt auch die aus Ringversuchen abgeleiteten parameterspezifische laborübergreifende Vergleichsstandardabweichung eine in der Bewertung der Ergebnisse wichtige Größe dar.

#### Angabe von Analyseergebnissen unterhalb der Bestimmungsgrenze

Liegt der ermittelte Wert für eine Messgröße unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG), so ist i. d. R. die folgende Form der Ergebnisangabe im Analysenbericht ausreichend:

Wert der Messgröße < Wert der Bestimmungsgrenze

Beispiel: Cadmium < 0,1 mg/kg TM

Der angegebene Wert ist die ermittelte Bestimmungsgrenze. Für den Fall, dass mit den Ergebnissen weitere Berechnungen erforderlich sind, können weitere Angaben notwendig werden. Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze können wie folgt angegeben werden:

Fall	Angabe des Ergebnisses	Bedeutung
Gehalt < Nachweisgrenze	n. n. (NWG) Beispiel: n. n. (10 mg/kg TM)	nicht nachgewiesen (Nachweisgrenze)
Gehalt $\geq$ Nachweisgrenze und Gehalt < Bestimmungsgrenze	n. b. (Zahlenwert und Einheit; (BG) Beispiel: n. b. (15 mg/kg TM; 30 mg/kg TM)	nachgewiesen, aber nicht bestimmbar (Ergebnisangabe; Bestimmungsgrenze)
Gehalt $\geq$ Bestimmungsgrenze	Zahlenwert und Einheit mit Messunsicherheit	nachgewiesen und quantifiziert
Messgröße nicht ermittelt	n. a.	nicht analysiert

Der Wert unterhalb der „BG“ stellt eine Bandbreite dar.  
Dieses ist bei Auswertungen unbedingt zu berücksichtigen!

#### Rechnung mit Gehalten kleiner als die Bestimmungsgrenze und Angabe dieser Rechnungsergebnisse

Für Rechnungen können Werte kleiner als die Bestimmungsgrenze (BG) im Extremfall durch die Werte Null oder den Wert der Bestimmungsgrenze ersetzt werden. Dies kann in der Praxis oftmals Probleme bereiten, insbesondere im Fall der Summenbildung.

Für Summenberechnungen aus Werten kleiner als die Bestimmungsgrenze findet man sowohl die Berechnungsmethode mit der einfachen Angabe „< Summenwert“, wobei der Summenwert die Summe der einzelnen Bestimmungsgrenzen ist als auch die Angabe eines möglichen Wertebereichs (Untergrenze bis Obergrenze). Zur Ermittlung der Untergrenze gehen dabei die „kleiner-als“-Werte als Null ein, zur Berechnung der Obergrenze gehen die Werte der Bestimmungsgrenzen als Zahlenwerte ein. Da diese Berechnungsergebnisse oftmals die Basis für wichtige Entscheidungen darstellen, muss ein geeignetes Substitutionsverfahren gewählt werden. Sofern in den der Untersuchung zugrundeliegenden Gesetzen

und Verordnungen<sup>20,21</sup> keine spezifische Vorgabe zum Umgang mit Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze vorliegt, erscheint für den Vollzug das Verfahren der Untergrenze (lower limit) ausreichend. Sollten alle in die Summe eingehenden Analyten unter der entsprechenden Bestimmungsgrenze liegen, so kann die Summe hier mit „n. b.“ ausgewiesen werden. Im Falle einzelner Analyt-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze werden diese in der Summe berücksichtigt und die Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze jeweils nicht in der Summation berücksichtigt (Beispiel 2). Zur Beurteilung in Bereichen nahe von Grenz-, Richt- und Maßnahmenwerten kann eine Betrachtung im Sinne der Obergrenze (upper limit) zur Klärung der Entscheidung beitragen.

PCB-Kongenerere	BG [mg/kg]	Bsp. 1 [mg/kg]	Bsp. 2 [mg/kg]	Bsp. 3 [mg/kg]
28	0,1	1,2	<0,1	<0,1
52	0,1	1,6	<0,1	<0,1
101	0,1	2,3	2,3	<0,1
138	0,3	5	0,4	<0,3
153	0,3	3,7	<0,3	<0,3
180	0,3	2,9	0,5	<0,3
Summe PCB		16,7	3,2 bis < 3,7	n. n. bis < 1,2

<sup>20</sup> § 10 Absatz 4 ErsatzbaustoffV: „Zur Überprüfung der Einhaltung der Materialwerte von Summenparametern werden die Konzentrationen der bezeichneten Einzelsubstanzen addiert, wobei Einzelstoffkonzentrationen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze unberücksichtigt bleiben und Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze, aber unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte des Wertes der Bestimmungsgrenze in die Summenbildung gehen.“

<sup>21</sup> § 24 Absatz 3 Sätze 3 und 4 BBodSchV: „Bei summarischen Messgrößen, wie etwa PCB, LHKW, BTEX und PAK, sind neben der Summe auch die zugrunde gelegten Einzelergebnisse anzugeben. Für die Summenbildung bleiben Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze unberücksichtigt.“

### III.2 GRUNDSÄTZLICHE BETRACHTUNGEN ZU ELUTIONS-/ PERKOLATIONS-VERFAHREN

Elutionsverfahren werden in Ergänzung zu Feststoffuntersuchungen angewendet, um die tatsächlich mobilisierbaren Schadstoffe aus kontaminierten Böden und Abfallmaterialien im Kontakt mit wässrigen Lösungen zu ermitteln und Gefährdungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser z. B. im Rahmen einer Sickerwasserprognose abschätzen zu können. Für granulare Feststoffe werden Schüttel- und Säulenperkulationsversuche (gesättigte Bedingungen) oder Lysimeterversuche (ungesättigte Bedingungen) angewendet und die Freisetzung von Stoffen auf ein Wasser-/Feststoffverhältnis (W/F) bezogen. Für monolithische oder sehr grobkörnige Feststoffe kommen auch Trogversuche in Betracht, bei denen ein Wasser-/Oberflächenverhältnis oder ein Wasser-/Feststoffverhältnis betrachtet wird.

In Auswertung vor allem der Ergebnisse des BMBF-Verbundvorhabens Sickerwasserprognose wurden im DIN-Ausschuss NA 119-01-02-05 UA „Elutionsverfahren“ verbesserte Labormethoden (Schüttel- und Säulenverfahren) für die Elution organischer und anorganischer Stoffe erarbeitet und validiert, die für die gesetzlichen Regelungen im Boden- und Grundwasserschutz zitierfähig sind. Auf Grund des material- und stoffabhängigen Verlaufs der Stofffreisetzungprozesse bei einer Elution sind Vereinfachungen in der Durchführung und Auswertung solcher Versuche erforderlich. Schüttelversuche (DIN 19529) eignen sich für die Kategorie der Übereinstimmungsuntersuchung, um die Einhaltung von Beurteilungswerten bei einem festgelegten Wasser-/Feststoffverhältnis (W/F) festzustellen. Säulenperkulationsversuche (DIN 19528) sind sowohl für die grundlegende Charakterisierung zur Gewinnung von Informationen über das kurz- und langfristige Elutionsverhalten von Feststoffen als auch für Übereinstimmungsuntersuchungen einsetzbar.

Die Auswahl des Elutionsverfahrens für Übereinstimmungsuntersuchungen erfolgt insbesondere in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu untersuchenden Feststoffs (z. B. Größtkorn, Korngrößenverteilung) und den Anforderungen an das Eluat (für die Analytik benötigtes Eluatvolumen). Eine exakte Übereinstimmung der Ergebnisse von Schüttel- und Säulentests ist rein verfahrenstechnisch nicht zu erwarten. Es hat sich aber gezeigt, dass beim Wasser/Feststoffverhältnis von 2 l/kg die Übereinstimmung der Ergebnisse hinsichtlich der Bewertung unterschiedlicher Feststoffe überwiegend zufriedenstellend ist.



### III.2.1 SCHÜTTELVERSUCHE ZUR ELUTION MOBILISIERBARER ANTEILE (ÜBEREINSTIMMUNGSUNTERSUCHUNG)

Um die mobilitätsbestimmenden Faktoren bei Elutionsverfahren (Schütteltests) mit wässrigen Lösungen zu verdeutlichen werden drei Elutionsmethoden hinsichtlich ihrer wesentlichen Unterschiede vergleichend gegenübergestellt.

Schütteltest DIN EN 12457-4	Schütteltest DIN EN 12457-1	Schütteltest DIN 19529
Größtkorn 10 mm	Größtkorn 4 mm	Größtkorn 22,4 mm
100 g Feststoff	100 g Feststoff	Einwaage abhängig von Größtkorn z. B. 1000 g bei < 22,4 mm
1000 ml Reinwasser (Typ 3)	200 ml Reinwasser (Typ 3)	2000 ml Reinwasser (Typ 3)
Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis 10 l/kg	Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis 2 l/kg	Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis 2 l/kg
24 Stunden Schütteln	24 Stunden Schütteln	24 Stunden Schütteln
optional Zentrifugieren zur Erleichterung der Filtration, Membranfiltration	optional Zentrifugieren zur Erleichterung der Filtration, Membranfiltration	Zentrifugation für organische und anorganische Stoffe, Membranfiltration nur für anorganische Stoffe
derzeit nicht geeignet für organische Stoffe	derzeit nicht geeignet für organische Stoffe	validiert für organische und anorganische Stoffe

Im Allgemeinen hängt der Mobilisierungsprozess von der „Bindungsform“ der zu eluierenden Stoffe und dem „Kontaktmedium“ (wässrige Phase) ab. Sorptiv gebundene Spezies werden i. d. R. durch Verdrängungsprozesse (Diffusion) mobilisiert. Die Mobilisierung phasengebundener Stoffe (Sulfide, Carbonate, Hydroxide etc.) hingegen wird durch das Löslichkeitsprodukt und die Kinetik des Löseprozesses bestimmt. In Gitterverbänden eingebaute Spezies von z. B. hochgeglühten Schlacken sind unter „gängigen Elutionsbedingungen“ kaum mobilisierbar. Leichtlösliche Spezies (z. B. Alkali- oder Erdalkalihalogenuide) sind i. d. R. gut mobilisierbar. Ihr Mobilitätsverhalten wird ausschließlich durch ihre Löslichkeit ( $\neq$  Löslichkeitsprodukt) im wässrigen Medium bestimmt. Wesentlich für die Eluierbarkeit ist das Elutionsmittel. Ein weiterer Einflussfaktor für das Lösevermögen sind die Milieubedingungen (z. B. pH-Wert, Temperatur, Kontaktzeit). Bereits durch den Löseprozess freigesetzte Salze wirken auf noch phasengebundene Metalle mobilisierungsfördernd (z. B. durch die Bildung von Chlorokomplexen). Bei Versuchen mit kleineren Wasser-/Feststoffverhältnissen oder bei Elutionsversuchen mit hochsalinen Grubenwässern ist diese mobilisierungsfördernde Wirkung primär zu beobachten.

Bei Elutionsuntersuchungen an grobkörnigen bzw. monolithischen Materialien bestimmen Diffusionsprozesse die Lösevorgänge maßgeblich.

### III.2.2 ELUTIONSVERFAHREN MIT WÄSSRIGEN LÖSUNGEN MIT ZUSÄTZEN SOWIE EXTRAKTIONSVERFAHREN

Um die relevanten Unterschiede zwischen Elutions-/Extraktionsverfahren mit Zusätzen zum Eluenten und die damit zusammenhängende unterschiedliche Aussagefähigkeit deutlich zu machen, werden die wesentlichen charakteristischen Einzelschritte von zwei Verfahren in der folgenden Übersicht gegenübergestellt.

Ammoniumnitrat-Extrakt (DIN 19730)	pH-stat-Verfahren (LAGA EW 98p/ DIN EN ISO 21268-4)
20 g Boden	100 g Feststoff
50 ml 1M Ammoniumnitrat-Lösung	1000 ml Reinwasser (Typ 3)
Wasser-/Feststoffverhältnis 2,5 l/kg	Wasser-/Feststoffverhältnis 10 l/kg
2 Stunden Schütteln	24 Stunden Rühren unter pH-Wert-Kontrolle (pH4; pH11)
15 Minuten Absetzen	Zentrifugieren
Membranfiltration	Membranfiltration

Der eigentliche Einsatzbereich des Ammoniumnitrat-Extraktes (AN) liegt in der Bewertung des Transfers von Schwermetallen vom Boden in die Pflanze. Bei der Ammoniumnitrat-Extraktion wird mit einer 8 %-igen Salzlösung (1-molare Ammoniumnitrat-Lösung) extrahiert. Der pH-Wert einer 1-molaren Ammoniumnitrat-Lösung beträgt ca. 4,6. Das im Vergleich zu wässrigen Eluaten saurere 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.

Der pH-stat-Versuch gemäß LAGA EW 98p oder DIN EN ISO 21268-4 wird i. d. R. bei pH4 und pH11 durchgeführt. Diese Festlegung in der Versuchsdurchführung trägt dem Umstand Rechnung, dass Elemente teilweise eine erhebliche Mobilisierbarkeit im sauren und/oder alkalischen pH-Bereich besitzen und dass die Freisetzung der Elemente aus dem Feststoff erst nach Erschöpfung der puffernd wirkenden festen Phasen wie z. B. Oxohydraten, Carbonaten oder Alumosilikaten eintritt. Die Erschöpfung der Pufferkapazität, ausgedrückt als Säureneutralisationskapazität (englisch: ANC), wird durch Verwendung einer z. B. 0,1-molaren Salpetersäure mit einer pH-Wertkontrolle auf pH4 durchgeführt. Hierbei werden puffernd wirkende Substanzen gelöst und Elemente unter diesen worst-case-Bedingungen freigesetzt. Aus dem Verbrauch der Salpetersäure kann die ANC in mmol/kg ermittelt werden, womit Hinweise auf das Freisetzungspotential von pH-abhängig mobilisierbaren Elementen erhalten werden.

### III.2.3 PERKOLATIONSVERSUCHE MIT DESTILLIERTEM WASSER

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

Säulenversuch DIN 19528	Säulenversuch DIN EN 17516	Säulenversuch CENTS 14405
Korngröße $\leq 22,4$ mm	Korngröße $< 22,4$ mm (45 % $< 4$ mm)	Korngröße 95 % $< 4$ mm
Boden, Abfall, Ersatzbaustoffe	Abfälle zur Verwertung	Abfall
Säulendurchmesser 5 – 10 cm	Säulendurchmesser 5 – 10 cm	Säulendurchmesser 5 – 10 cm
Elutionsmittel destilliertes Wasser oder 0,001 mol/l $\text{CaCl}_2$ 5 Stunden Sättigung direkter Versuchsstart	Elutionsmittel destilliertes Wasser 4 $\pm$ 2 Stunden Sättigung 12 – 16 Stunden Gleichgewichtseinstellung	Elutionsmittel destilliertes Wasser 16 – 72 Stunden Gleichgewichtseinstellung nach Sättigung
W/F 0,3; 1; 2; 4	W/F 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2,5; 10	W/F 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2,5; 10
Kontaktzeit 5 – 7,5 Stunden	Kontaktzeit variabel lineare Abstandsgeschwindigkeit 30 cm/d	Kontaktzeit variabel lineare Abstandsgeschwindigkeit 15 cm/d
Anorganik: Zentrifugation oder Filtration 0,45 $\mu\text{m}$ Organik: Zentrifugation bei Trübung $> 100$ FNU	Anorganik: Zentrifugation oder Filtration 0,45 $\mu\text{m}$ Organik: Zentrifugation bei Trübung $> 100$ FNU	Anorganik: Zentrifugation oder Filtration 0,45 $\mu\text{m}$ Organik: Zentrifugation bei Trübung $> 100$ FNU

Ein Säulenperkulationsversuch (DIN 19528) dient bei einem W/F = 2 l/kg der Quellstärkeermittlung für eine Sickerwasserprognose oder als Übereinstimmungstest dem direkten Abgleich mit Beurteilungswerten („Säulenkurztest“). Mit einer Sickerwasserprognose soll eine Bewertung der von Verdachtsflächen ausgehenden Gefahren für das Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser erfolgen. Die BBodSchV definiert als „Sickerwasserprognose“ unter § 2 Absatz 5 die „Abschätzung der von einer Verdachtsfläche, altlastverdächtige Fläche, schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser, unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten und bezogen auf den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone“.

Die DIN EN 17516 dient der Vermeidung von Doppelversuchen im Übergangsbereich für Untersuchungen von Abfall und Abfall zur Verwertung und ist somit wichtig für die Untersuchung von Ersatzbaustoffen. Aus diesem Grund ist die technische Vorgehensweise auch identisch mit der DIN EN 16637-3 aus dem Anwendungsbereich für Bauprodukte.

In der DIN EN 14405 wurde die Untersuchung nicht flüchtiger, organischer Stoffe in den Anwendungsbereich aufgenommen. Die Norm ist aber derzeit nicht für organische Stoffe validiert.

---

Die Versuchsbedingungen der DIN 19528 wurde an die DIN EN 17516 (DIN EN 16637-3) dahingehend angepasst, dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse als weitgehend gegeben anzusehen ist.

## III.3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
AbfKlärV	Abfallklärschlammverordnung
AFS	Atomfluoreszenzspektroskopie
ALA	Ständiger Ausschuss Altlasten (der LABO)
ATA	Abfalltechnik-Ausschuss (der LAGA)
AN	Ammoniumnitrat
ANC	Acid neutralizing capacity, Säureneutralisationskapazität
AltholzV	Altholzverordnung
AltölV	Altölverordnung
AP	Analysenprobe
AT <sub>4</sub>	Atmungsaktivität (nach vier Tagen ermittelt)
AU	Abfalluntersuchung
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BG	Bestimmungsgrenze
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BOVA	Ständiger Ausschuss „Vorsorgender Bodenschutz“
BSE	Bodensättigungsextrakt
BTEX	Kurzform für: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäische Normungsinstitution)
CFA	Kontinuierliche Fließinjektionsanalyse
CKW	Chlorkohlenwasserstoffe
CN	Cyanide
DAkKS	Deutsche Akkreditierungsstelle
DepV	Deponieverordnung
DEV	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DK	Deponieklasse
dl-PCB	dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle
DOC	Dissolved organic matter
DP	Durchschnittsprobe
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
EDRFA	Energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalytik
E-DIN	Entwurf einer DIN-Norm
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm (CEN)
EOX	Extrahierbare organische Halogenverbindungen
EP	Einzelprobe
EPA	Environmental Protection Agency
ET-AAS	Elektrothermale AAS (Graphitrohr-AAS)
FAU	Formazin Attenuation Units (Formazin Schwächungseinheiten)
FBU	Fachbeirat Bodenuntersuchungen
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FIA	Fließinjektionsanalyse
FID	Flammenionisationsdetektor
FL	Flamme
FMA	Fachmodul Abfall
FMBA	Fachmodul Boden-Altlasten
FNU	Formazin Nephelometric Units (Formazin nephelometrische Einheiten)
Forum-AU	LAGA-Forum Abfalluntersuchung
GB <sub>21</sub>	Gasbildungspotenzial (nach 21 Tagen ermittelt)
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 (Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry)
GC-MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
GC-MS-MS	Gaschromatographie-Tandemmassenspektrometrie
grav.	Gravimetrisch
h	Stunde
HBU	Handbuch der Bodenuntersuchung
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HPLC-MS-MS	High Performance Liquid Chromatography-Tandemmassenspektrometrie
HSGC	Headspace Gaschromatographie
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry)
ICP-OES	Optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry)
IR	Infrarotspektroskopie
ISO	Internationale Organisation für Normung (International Organization for Standardization)
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
ISO/DIS	ISO-Normentwurf (Draft International Standard)
ISO/TR	ISO-Technischer Bericht (Technical Report)
KGV	Korngrößenverteilung
KS	Klärschlamm
KW	Kohlenwasserstoffe
KW-Aufschluss	Königswasseraufschluss
Lag-Phase	Phase zwischen Animpfen des Ansatzes und Erreichen der max. Teilungsrate
LABO	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAGA	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAGA M 20	LAGA Merkblatt 20
Lf	Leitfähigkeit
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
LID	Lowest Ineffective Concentration
LP	Laborprobe
L/S	Wasser-Feststoff-Verhältnis
LUA	Landesumweltamt
M	molar (Molarität / Stoffmengenkonzentration / mol/l)
min.	Minuten
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MP	Mischprobe
MPV	Mechanische Probenvorbereitung
MTBE	Methyl-tertiär-Butylether
NG	Nachweisgrenze
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (Nephelometrische Trübungs-Einheiten)
OZ	Ordnungszahl
PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
PCP	Pentachlorphenol
Per	Tetrachlorethen
PFAS	Per- und polyfluorierte Chemikalien (per- and polyfluoroalkyl substances)
PFOA	Perfluoroktansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
PID	Photoionisationsdetektor
PLE	Pressurized Liquid Extraction (Schnelle Druckextraktion)
pflv.	pflanzenverfügbar

PN	Probenahme
POP-VO	Verordnung über Persistant Organic Pollutants
PSM	Pflanzenschutzmittel
PV	Probenvorbereitung (mechanisch)
QS	Qualitätssicherung
ROC	Restlicher oxidierbarer organischer Kohlenstoff (z. B. Stein-, Holzkohle, Ruß, schwarzer Kohlenstoff)
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
SPME	Solid Phase Micro Extraction
SPEC	Specification (Norm-Spezifikation Vornorm)
TM	Trockenmasse
TNb	Total Nitrogen bounded
TNT	2,4,6-Trinitrotoluol
TON	Geruchsschwellenwert (Threshold Odour Number)
TFN	Geschmacksschwellenwert (Threshold Flavour Number)
Tri	Trichlorethen
UAG	Untere Anwendungsgrenze
UAB	Unterer Arbeitsbereich
UMK	Umweltministerkonferenz
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VersatzV	Versatzverordnung
VOA	Variable Optical Attenuator
W/F	Wasser-Feststoff-Verhältnis