

**Achtung:**

Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen **veralteten Stand**.

Diese Version kann ausschließlich bei Feststoffuntersuchungen von Bodenmaterial, die auf Grundlage der Übergangsregelungen gemäß § 28 BBodSchV durchgeführt werden, weiter Anwendung finden.

Die aktuelle Version der Methodensammlung Version 3.0 ist auf der Internetseite der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall und des Fachbeirats für Bodenuntersuchungen abrufbar.

# **M e t h o d e n s a m m l u n g** **F e s t s t o f f u n t e r s u c h u n g**

**Version 2.0**

**Stand: 15.06.2021**



**Fachbeirat Bodenuntersuchungen**



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

**LAGA-Forum Abfalluntersuchung**

Die Erarbeitung und Fortschreibung der Methodensammlung Feststoffuntersuchung erfolgte durch die 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 Ad-hoc-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, wo 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 Ad-hoc-AG Methodenharmonisierung (04.06.2021) zitiert.

---

<sup>1</sup> Umweltministerkonferenz

An der Erarbeitung und Fortschreibung beteiligte Personen in alphabetischer Reihenfolge:

Dr. Axel Barrenstein, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (FBU und Forum-AU); 2017, 2018

Dr. Ulrich Bochert, Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg (Forum-AU); 2021

Dr. Jan Brodsky, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (FBU und Forum-AU); 2017

Dr. Jürgen Diemer, Bayerisches Landesamt für Umwelt (Forum-AU); 2017, 2018, 2021

Dipl.-Geogr. Helge Düker, Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (FBU); 2021

Dipl.-Chem. Marion Grötzner, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Forum-AU); 2021

Dr. Ina Gründer, Zentrale Unterstützungsstelle – Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit beim Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim (FBU und Forum-AU); 2017, 2018, 2021

Dr. Dieter Hennecke, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME (FBU); 2021

Dipl.-Geol. Dieter Horchler, Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (FBU); 2018, 2021

Dr. Hartmut Jäger, Eurofins Umwelt West (FBU); 2017, 2018, 2021

Dr. Ute Kalbe, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (FBU); 2021

Dr. Anja König, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (Forum-AU); 2021

Dr. Frank Küchler, Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (FBU); 2021

Dr. Petra Lehnik-Habrink, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (FBU); 2017, 2018, 2021

apl. Prof. Dr. Volker Linnemann, RWTH Aachen University – Institut für Siedlungswasserwirtschaft (FBU); 2021

Dr. Reinhard Meuser, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (Forum-AU); 2021

Dr. Ingo Müller, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (FBU); 2017, 2021

Dipl.-Geol. Andreas Paetz, Deutsches Institut für Normung – Normenausschuss Wasserwesen (FBU); 2021

Dr. Alexander Ruderisch, AGROLAB GmbH (FBU); 2021

Lebensmittelchemiker Florian Schaller, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Forum-AU); 2021

Dipl.-Geol. Reinhard Sudhoff, Regierungspräsidium Kassel (Forum-AU); 2017, 2018, 2021

Dr. Andreas Zeddel, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (FBU); 2021

## Inhaltsverzeichnis

### Vorwort

I	Allgemeiner Teil.....	9
I.1	Ziel der Methodensammlung Feststoffuntersuchung.....	9
I.2	Anwendungshinweise zu gelisteten Methoden im Tabellenteil.....	10
I.3	Vorgehen zur Auswahl eines Verfahrens .....	12
II	Regelwerksbezogener Teil.....	14
II.1	Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung.....	14
II.1.1	Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden) .....	15
II.1.2	Probenahme Feststoffe (Abfall/Altanlagen; abgeschobenes Bodenmaterial).....	22
II.1.3	Probenahmeplanung, Probenahme Grundwasser, Sickerwasser.....	28
II.1.4	Probenahmeplanung, Probenahme Bodenluft .....	29
II.2	Schnellanalysemethoden und Vor-Ort-Verfahren .....	31
II.3	Probenvorbereitung .....	34
II.3.1	Probenkonservierung, -transport, -lagerung .....	34
II.3.2	Probenvorbereitende Techniken .....	35
II.3.3	Mechanische Probenvorbereitung .....	37
II.3.4	Chemische Probenvorbereitung.....	42
II.4	Allgemeine Parameter .....	50
II.4.1	Feststoffe (pH-Wert, Trockenmasse, Glühverlust etc.) .....	51
II.4.2	Eluate, Perkolate, Wässer .....	53
II.5	Physikalische Parameter .....	56
II.5.1	Physikalische Parameter Feststoffe.....	57
II.6	Anorganische Analytik .....	59
II.6.1	Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle).....	59
II.6.2	Anorganische Analytik Eluate, Perkolate, Wässer .....	84
II.6.3	Nährstoffanalytik .....	104
II.7	Organische Analytik.....	108
II.7.1	Abfallspezifische Grundlagen zur Untersuchung auf organische Stoffgruppen .....	108
II.7.2	Abfall-, Boden- und Altlastenuntersuchungsrelevante organische Stoffgruppen .....	111
II.7.3	Organische Analytik Feststoffe .....	123
II.7.4	Organische Analytik Eluate, Perkolate, Wässer.....	143
II.7.5	Organische Analytik Bodenluft.....	167
II.7.6	Organische Analytik Deponiegas .....	168

II.8	Summarische Parameter .....	169
II.8.1	Summarische Parameter Feststoffe.....	171
II.8.2	Summarische Parameter Eluate, Perkolate, Wässer .....	174
II.9	Biologische Verfahren .....	177
II.9.1	Allgemeines .....	177
II.9.2	Spezielle Verfahren zur Bestimmung der Abbaubarkeit (GB <sub>21</sub> , AT <sub>4</sub> )...	179
II.9.3	Terrestische Verfahren .....	180
II.9.4	Aquatische Testverfahren (Eluate, Perkolate, Wässer) .....	183
II.9.5	Auswertung von Biotests und Ergebnisinterpretation.....	186
II.10	Ergebnisunsicherheit.....	187
II.10.1	Angabe von Analyseergebnissen und Messunsicherheiten.....	188
II.11	Beurteilung der Stoffverteilungen in Haufwerken .....	190
II.12	Qualitätssicherung .....	195
II.12.1	Qualitätsgesicherte Interpretation von Analyseergebnissen .....	197
III	Anhänge .....	201
III A.1	Untersuchungs- und fachtechnische Grundlagen .....	201
III A.1.1	Glossar .....	201
III A.1.2	Status von Normen und Richtlinien .....	204
III A.1.3	Angabe von Analysen- und Untersuchungsergebnissen .....	207
III A.2	Nutzungs- und Wirkungspfadspezifische Feststoffprobenahmeregeln...	210
III A.2.1	Nutzungsorientierte Beprobungstiefe für Untersuchungen des Wirkungspfades Boden-Mensch und Boden-Grundwasser .....	210
III A.2.2	Wirkungspfadorientierte Probenahme für die Pfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser .....	211
III A.3	Grundsätzliche Betrachtungen zu Elutions-/ Perkolationsverfahren.....	212
III A.3.1	Elutionsversuche mit destilliertem Wasser .....	212
III A.3.2	Elutionsverfahren mit wässrigen Lösungen mit Zusätzen sowie Extraktionsverfahren.....	213
III A.3.3	Perkolationsversuche mit destilliertem Wasser .....	214
III A.4	Versuch zur Ermittlung der Entzündlichkeit im Kontakt mit Wasser .....	215
III A.5	Abkürzungsverzeichnis .....	219

## **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 genannten Untersuchungsmethoden sowie die Verfahren der Technischen Regeln der LAGA, der Fachmodule und -verbände auf. Überdies sind auch Methoden, die im Handbuch der Bodenuntersuchung (HBU) als Norm abgedruckt sind und aktuelle Verfahren aus der Normungsarbeit aufgenommen. Zur zukünftigen Vereinheitlichung der Vorgaben für Untersuchungen werden somit die notwendigen Grundlagen bereitgestellt. Fortschrittliche, geeignete Verfahren und Methoden, die vom FBU und/oder vom Forum-AU empfohlen werden, sind in den entsprechenden Zeilen des Tabellenteils (Kap. II) grün hinterlegt. Diese besonders zu empfehlenden Methoden sollen in künftigen Verordnungen und bei Einzelfallentscheidungen berücksichtigt werden.

Die Methodensammlung Feststoffuntersuchung listet auch die Analysenverfahren für flüssige Abfälle, Deponiegas und die zur Boden-/Altlastenbewertung erforderlichen Untersuchungsverfahren für die Kontaktmedien Sickerwasser, (oberflächennahes) Grundwasser und Bodenluft auf.

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

### **1. Verordnungsgeber**

Diese Sammlung soll Verordnungsgebern helfen, veraltete Verfahren zu identifizieren und stattdessen besser geeignete Untersuchungsverfahren in der Verordnungsgebung 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 Verfahren gleichwertige Verfahren zugelassen. Diese Methodensammlung soll Vollzugsbe-

hörden bei der Entscheidung unterstützen, ob ein Verfahren als gleichwertig angesehen werden kann.<sup>2</sup>

Darüber hinaus kann sie bei Einzelfallentscheidungen helfen, geeignete Methoden für die jeweilige Fragestellung auszuwählen.

### **3. Auftraggeber, Gutachter und Untersuchungsstellen**

Diese Methodensammlung soll den Anwendern helfen, ordnungskonforme Verfahren auszuwählen und kann als Grundlage dienen, um Vorschläge für geeignete alternative Untersuchungsverfahren auszuarbeiten.

Sachgerechte Entscheidungen setzen voraus, dass Untersuchungsergebnisse verlässlich ermittelt werden. Zudem können Werteregulungen unmittelbar mit spezifischen Untersuchungsverfahren verknüpft sein. Zu diesem Zweck werden in den entsprechenden Regelwerken zumeist bestimmte Untersuchungsverfahren vorgeschrieben. Untersuchungen auf Basis gleicher Verfahren 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 Untersuchungsverfahren. 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 Verfahren herangezogen werden. Die Auswahl der Verfahren ist oftmals bei Behörden, Gutachtern, Auftraggebern und Untersuchungsstellen von Unsicherheit begleitet, da nicht einfach zu erkennen ist, ob ein aktuelleres Verfahren aus einem Rechtsbereich den ggf. älteren Anforderungen des anderen Bereiches genügt. Vielfach müssen von den Untersuchungsstellen daher fachlich veraltete Analysenverfahren vorgehalten werden. Dies verursacht nicht nur unnötige Kosten, sondern bedeutet für die Untersuchungsstellen zudem einen höheren Aufwand bei der Qualitätssicherung und Akkreditierung.

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 Untersuchungsverfahren vereinfachen.

Der FBU wurde vom Bundesumweltministerium am 14. Juni 2000 einberufen und stellt Erkenntnisse über fortschrittliche Bodenuntersuchungsverfahren und -methoden zusammen und gibt entsprechende Empfehlungen ab. Darüber hinaus ist die vergleichende Bewertung von Verfahren und Methoden eine der wichtigsten Aufgaben des FBU. Im FBU wirken, auf

---

<sup>2</sup> Für den Anwendungsbereich der BBodSchV stellt der FBU die Gleichwertigkeit mit denen in der Verordnung genannten und praktisch geeigneten Verfahren und Methoden fest.

Vorschlag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Vertreter der Ständigen Ausschüsse "Vorsorgender Bodenschutz" (BOVA) und "Altlasten" (ALA) mit. Daneben sind auf Vorschlag von Organisationen aus Normung, Wirtschaft und Forschung (z. B. BAM<sup>3</sup>, DIN<sup>4</sup>, BDI<sup>5</sup>, ITVA<sup>6</sup>, GDCh<sup>7</sup>, VUP<sup>8</sup>) weitere Mitglieder im FBU vertreten.

Das LAGA-Forum Abfalluntersuchung wurde im Jahr 2004 von der LAGA gegründet und erarbeitete erstmals in 2008 im Auftrag des Ausschusses für Abfalltechnik (ATA) der LAGA eine Methodensammlung zur Abfalluntersuchung, aktualisiert diese regelmäßig anhand der Erkenntnisse über fortschrittliche Verfahren der Abfalluntersuchung und gibt auf Grundlage einer vergleichenden Bewertung von Verfahren und 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 1.1). Bei größeren Überarbeitungen, z. B. nach Inkrafttreten einer novellierten Fassung des Anhang 1 BBodSchV oder Anhang 4 DepV, erfolgt die Höherzählung der Version (z. B. V 2.0).

---

<sup>3</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

<sup>4</sup> Deutsche Institut für Normung e.V.

<sup>5</sup> Bundesverband der Deutschen Industrie

<sup>6</sup> Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling

<sup>7</sup> Gesellschaft Deutscher Chemiker

<sup>8</sup> Verband unabhängiger Prüflabore



## **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 Verfahren,
- 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 und Verfahren in der Praxis.

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

- Klärschlämme und Kompost,
- Aschen und Schlacken und andere feste Abfälle zur Verwertung (z. B. Sekundärbrennstoffe, Baustellenmischabfälle, mineralische Ersatzbaustoffe und -baustoffgemische, 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. Shredderleichtfraktionen, Althölzer, Altöl),
- Materialien für technische Bauwerke (z. B. mineralische Baustoffe und Baustoffgemische),
- unbelastete Böden und (Boden-)Materialien zur Anwendung auf, in oder unter der durchwurzelbaren Bodenschicht zur Übernahme von Bodenfunktionen sowie
- Boden bei der Erkundung von altlastverdächtigen Flächen und schädlichen Bodenveränderungen.

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 Analyseverfahren.

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für Abfalluntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum Kreislaufwirtschaftsgesetz sowie sonstigen Regelwerken in Verbindung mit dem Fachmodul Abfall (FMA) zu entnehmen. Untersuchungsverfahren werden derzeit aus folgenden Regelwerken/Regelungen in der Methodensammlung abgebildet:

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 (AltöIV), Anlage 2
7. LAGA-Mitteilung 20 (LAGA M20) Teil III Probenahme und Analytik; Stand: 05.11.2004

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für die Boden-/Altlastenuntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), der BBodSchV sowie sonstigen Regelungen, wie dem Fachmodul Boden und Altlasten (FM-BA) zu entnehmen.

## I.2 Anwendungshinweise zu gelisteten Methoden im Tabellenteil

Für fortschrittliche, geeignete Verfahren und Methoden, die vom FBU und/oder Forum-AU empfohlen werden, ist die entsprechende Tabellenzeile grün hinterlegt. Sie stellen die **Referenzverfahren** dar. In der Tabellenspalte „*Fachliche Beurteilung*“ werden die Gremien genannt, von denen die Empfehlung ausgesprochen wurde. **In der Anlage 1 werden die vom FBU bzw. Forum-AU empfohlenen Verfahren zusammenfassend aufgeführt.**

Verfahren, für die in der Tabellenspalte „*Fachliche Beurteilung*“ keine Empfehlung ausgesprochen wird, sind als **Standardverfahren** anzusehen, deren Leistungsstärke im mittleren Segment anzusiedeln ist. In einigen Bereichen stehen derzeit keine **Referenzverfahren** zur Verfügung. In diesen Fällen sollte auf die **Standardverfahren** zurückgegriffen werden.

**Leistungsschwache** und **defizitäre Verfahren** werden mit entsprechenden Kommentaren in der Tabellenspalte „*Leistungsgrenzen/Bemerkungen*“ individuell charakterisiert bzw. wird in der Tabellenspalte „*Fachliche Beurteilung*“ ein alternatives geeignetes Verfahren empfohlen.

Ungültige oder **zurückgezogene bzw. ersetzte Verfahren**, die dennoch in derzeit gültigen Regelwerken/Regelungen aufgeführt sind, werden in der Tabellenspalte „*Verfahren*“ durch Durchstreichen des Ausgabedatums und durch einen Verweis in der Tabellenspalte „*Leistungsgrenzen/Bemerkungen*“ dargestellt.

In der Tabellenspalte „*Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)*“ sind die Verordnungen aufgeführt, in denen das jeweilige Verfahren zitiert wird. Sofern das Verfahren mit dem Fachmodul Abfall (FMA) bzw. dem Fachmodul Boden-Altlasten (FM-BA) oder dem Handbuch der Bodenuntersuchung (HBU) verknüpft ist, wird dies ebenfalls in der Tabellenspalte „*Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)*“ vermerkt.

### I.3 Vorgehen zur Auswahl eines Verfahrens

<b>Vorgehen zur Auswahl eines Verfahrens für den Ordnungsgeber</b>
In künftigen Verordnungen sollten, wo vorhanden, nur Referenzverfahren (grün hinterlegte Tabellenzeilen) benannt werden (siehe auch Anlage 1).

Für den bodenschutzrechtlichen Bereich gilt, dass vom FBU empfohlene Verfahren verwandt werden dürfen, da der FBU zur Feststellung der Gleichwertigkeit von Untersuchungsverfahren und zur Fortschreibung des Standes der Untersuchungstechnik autorisiert ist.<sup>9</sup>

<b>Vorgehen zur Feststellung von fortschrittlichen, geeigneten Verfahren im Bereich Bodenschutzrecht</b>
Bei der Feststellung der Gleichwertigkeit orientiert sich der FBU an folgenden Aspekten: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formale Angleichung von Normen; vom Entwurf zur Endfassung; Übernahme einer Europäischen zur Deutschen Norm;</li><li>• 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;</li><li>• Bei neuen Normen auf anderer Methodenbasis (z. B. AAS, ICP) oder stark veränderten Normen erfolgte die Anerkennung auf Grundlage der Validierungsergebnisse.</li><li>• Bei einem anderen Medienbereich liegt eine vergleichbare Norm vor, die gleichwertige Ergebnisse liefert und somit der Methodenharmonisierung zwischen den Rechtsbereichen Rechnung trägt.</li></ul> Das Ergebnis dieser Feststellung findet sich in Anlage 2 dieser Methodensammlung.

Hinweis: Im Einzelfall kann es erforderlich sein, auch andere als in Anlage 2 der Methodensammlung genannten Verfahren bzw. Methoden zu nutzen. Dann muss deren Gleichwertigkeit und praktische Eignung vom Anwender im Einzelfall gegenüber der Behörde nachgewiesen werden.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Der Entwurf der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung sieht in Art. 2 (BBodSchV-E) § 24 Absatz 11 Nr. 1 vor, dass andere Verfahren und Methoden angewendet werden können, wenn deren Gleichwertigkeit und praktische Eignung durch den FBU allgemein festgestellt und die Feststellung durch das BMU im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde.

<sup>10</sup> Dieser Fall ist im Entwurf der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung in Art. 2 (BBodSchV-E) § 24 Absatz 11 Nr. 2 geregelt.

**Vorgehen zur Auswahl eines fortschrittlichen, geeigneten Verfahrens für den Anwender (Auftraggeber, Untersuchungsstelle, Gutachter, Behörde) im Bereich Abfallrecht**

1. Parameter bzw. Anwendungsbereich auswählen.
2. Prüfen, ob ein **Referenzverfahren** (grün hinterlegte Tabellenzeilen) für den **betroffenen** Rechtsbereich (in der Tabellenspalte „*Regelwerk/Regelungen (zitiert in:)*“) zugelassen ist.
3. Wenn ja, ist dieses auszuwählen.
4. Wenn nicht, prüfen ob die Verordnung gleichwertige Verfahren zulässt.<sup>11</sup> Ist dies der Fall, entscheidet die zuständige Behörde, ob das gewählte Verfahren gleichwertig ist. Diese kann für die Prüfung die **Referenzverfahren** (grün hinterlegte Tabellenzeilen) als Entscheidungsgrundlage nutzen.

---

<sup>11</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 (Referenzverfahren) bevorzugt ausgewählt werden sollten.

## **II Regelwerksbezogener Teil**

### **II.1 Probenahmeplanung, Probenahme, Probenbeschreibung**

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 Durchführung der Probenahme bestimmt deshalb häufig im Vergleich zu den physikalischen und chemischen Untersuchungsverfahren die Reproduzierbarkeit und Interpretierbarkeit der Ergebnisse.

Eine fachgerechte Probenahme setzt immer 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.

## II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Untersuchung von Böden, Bodenmaterialien und sonstigen Materialien, die im oder auf dem Boden von Verdachtsflächen vorkommen oder zum Auf- und Einbringen vorgesehen sind	Vorgaben gemäß Anhang I BBodSchV	Generelle Anforderungen an die Planung und Durchführung der Probenahme; differenziert nach den Wirkungspfaden: Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze, Boden-Grundwasser sowie verschiedenen Nutzungen und Untersuchungsphasen (Orientierende Untersuchung, Detailuntersuchung)	zu detailliert für ein Gesetz und meist nicht detailliert genug für eine praktische Umsetzung, daher ist für die Novellierung ein Verzicht auf diesen Anhang vorgesehen; <b>richtungsweisende Konventionen</b>	<b>FBU</b>	BBodSchV
2	Bodenprobenahme, Anleitung zur Aufstellung von Probenahme-Programmen	DIN ISO 10381-1 (02/1996) (08/2003)	Festlegung von Probeentnahmepunkten, Probenahmestrategie, Vorgehensweise bei der Probenahme, Dokumentation, Qualitätssicherung	veralteter Stand von 1996 bzw. 2003; Norm zurückgezogen	<b>ersetzt durch Reihe DIN ISO 18400</b>	BBodSchV HBU FM-BA FMA AbfKlärV
3	Planung der Bodenprobenahme	DIN ISO 18400-101 (11/2020)	Grundzüge der Vorbereitung und Anwendung eines Probenahmeplans; Anleitung zur Erarbeitung und Dokumentation von Plänen zur Bodenprobenahme in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; Weiterentwicklung der entsprechenden Abschnitte der DIN ISO 10381-1	<b>FBU</b>	HBU

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
4	Bodenprobenahme, Anleitung für Probenahmeverfahren	DIN ISO 10381-2 (02/1996) (08/2003)	Technische Rahmenbedingungen und Durchführungsmöglichkeiten bei der Bodenprobenahme mittels manueller und geräteunterstützter Verfahren	veralteter Stand von 1996 bzw. 2003; Norm zurückgezogen	<b>ersetzt durch DIN ISO 18400-102</b>	BBodSchV HBU FM-BA AbfKlärV
5	Bodenprobenahme, Anleitung für Probenahmetechniken	DIN ISO 18400-102 (11/2020)	Auswahl und Anwendung von Probenahmetechniken; Beschreibung verfügbarer Techniken, deren Vor- und Nachteile sowie Anleitungen und Kriterien zur Auswahl von geeigneten Probenahmetechniken in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Randbedingungen	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; aktualisierte und ergänzte Nachfolgenorm der DIN ISO 10381-2; gilt nicht für geotechnische Untersuchungen, sowie für die Probenahme von Festgesteinen, Bodenwasser und Bodenluft	<b>FBU</b>	HBU
6	Bodenprobenahme, Anleitung zur Sicherheit bei der Probenahme	DIN ISO 10381-3 (02/1996) (08/2002)	Beschreibung typischer Gefährdungen bei der Entnahme von Bodenproben	veralteter Stand von 1996 bzw. 2002	<b>Beachtung von DGUV-Regel 101-004 und TRGS 524</b>	BBodSchV HBU
7	Bodenprobenahme, Anleitung zur Sicherheit bei der Probenahme	ISO 18400-103 (01/2017)	Soil quality - Sampling – Safety Anleitung zur Identifizierung von Gefahren bei der Bodenprobenahme und zur Risikominimierung	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; zitiert in Normen der Reihe ISO 18400; Nachfolgenorm der ISO 10381-3; Übernahme als DIN ISO abgelehnt, da national die DGUV-Regel 101-004 (ehem. BGR 128) und TRGS 524 zu beachten sind; <b>nur als englische Originalfassung erhältlich; nicht in Deutschland übernommen - nicht anzuwenden -</b>	<b>Beachtung von DGUV-Regel 101-004 und TRGS 524</b>	



Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
8	Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	DIN ISO 10381-4 (02/1996) (04/2004)	Entscheidungshilfen zur Wahl der geeigneten Probenahme-strategie bei land- und forstwirtschaftlichen Fragestellungen	veralteter Stand von 1996 bzw. 2004; Norm zurückgezogen	<b>ersetzt durch ISO 18400-205</b>	BBodSchV HBU FM-BA FMA AbfKlärV
9	Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten	DIN ISO 10381-5 (02/2007)	Anleitung für das Zusammen-tragen von Informati-onen, Entwicklung von Kon-taminationshypothesen und Probenahme-strategien	obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; überholt durch Nachfolgenorm DIN ISO 18400-203	<b>ersetzt durch DIN ISO 18400-203</b>	HBU FM-BA
10	Bodenprobenahme, Probenah-mestrategien	DIN ISO 18400-104 (11/2020)	Anleitung zum Entwickeln und Anwenden von Strate-gien zur Bodenprobenahme	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; Nachfolgenorm für Teile der (DIN) ISO 10381-1 und ISO 10301-8; Übernahme als DIN ISO beschlossen, da es keine Alternative gibt	<b>FBU</b>	
11	Bodenkontaminationen, Erfassung und Erstuntersuchungen	DIN ISO 18400-202 (11/2020)	Anleitung zur Erfassung von Verdachtsflächen, Recher-che von Informationen und Erstbewertung	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-5; wichtige Grundlage für die Probenahmepla-nung	<b>FBU</b>	
12	Bodenkontaminationen, Untersu-chung von Verdachtsflächen	DIN ISO 18400-203 (11/2020)	Anleitung zur Untersuchung von kontaminationsverdäch-tigen Flächen	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-5	<b>FBU</b>	
13	Probenahme von festen und stich-festen Abfällen sowie abgelagerten Materialien im Rahmen der Prüfung zur stofflichen oder energetischen Verwertung bzw. zur Beseitigung	LAGA-Mitteilung 32 (LAGA PN 98) (12/2004) (05/2019)	Feststoffcharakterisierende PN, Hot-Spot-Probenahme, Volumen-/ Massen-abhängige PN, sortenreine PN; Probenvorbehandlung	ungeeignet für nicht stichfeste und flüssige Materialien; Konkretisierungen finden sich in der „Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA PN 98“	<b>Forum-AU</b>	DepV FMA FM-BA HBU

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
14	Sedimente	DIN 38414-11 (08/1987)	Probenahme von Sedimenten	nicht im Regelungsbereich des BBodSchG, aber obligatorischer Parameter gemäß FM-BA		FM-BA HBU
15	Schwebstoffe	DIN 38402-24 (05/2007)	Probenahme von Schwebstoffen	nicht im Regelungsbereich des BBodSchG, aber obligatorischer Parameter gemäß FM-BA		FM-BA
16	Umfassende Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage (1994)		ersetzt durch 5. Auflage unter Einarbeitung der Kriterien für die Stadtbodenkartierung	<b>KA5 verwenden</b>	BBodSchV
17	Kartierung inkl. Stadtbodenkartierung	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5) (2005)	umfassende Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung; dient der Vereinheitlichung und Koordinierung der Kartierungen in den einzelnen Bundesländern	Standardwerk; Nachfolge KA6 in Vorbereitung	<b>FBU</b>	HBU
18	Beschreibung von Bodenhorizonten und -profilen sowie der bodenkundlichen und sensorischen Ansprache von Bodenproben; keine Probenahmeanleitung	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5, 2009 („KA5-kurz“)		kein Unterschied zur KA5; zu erfassende Merkmalsanzahl ist auf Vollzugs des BBodSchG ausgelegt	<b>FBU</b>	HBU FM-BA
19	Bodenbewertung für bautechnische Zwecke und Bodenverwertung	DIN 18196 (05/2011)	Zusammenfassung von Bodenarten in Bodengruppen zur Bewertung von Bodenkennwerten	gilt für bautechnische Eigenschaften und Eignung für (u. a. Recycling-) Baustoffe im Grundbau		HBU
20	Untersuchung landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Flächen	VDLUFA-Methodenbuch, Band 1, Böden, Abschnitt A1: Entnahme, Transport und Aufbereitung von Proben	Beschreibungen der Vorgehensweisen für bestimmte Untersuchungen und für bestimmte Standorttypen	obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; überwiegend Stand 1997		FM-BA

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
21	Geotechnische Erkundung und Untersuchung von Lockergesteinen, Probenbeschreibung, Geotechnische Erkundung und Untersuchung	DIN EN ISO 14688-1 (06/2011) (05/2018) (11/2020)	Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 1: Benennung und Beschreibung; stellt mit DIN EN ISO 14688-2 die Grundprinzipien dar für die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (Lockergestein) für bautechnische Zwecke	Für die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden für bodenkundliche Aufgaben und Altlastenmaterialien wird auf ISO 11259 verwiesen; obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	FBU	HBU FM-BA
22	Probenbeschreibung, Geotechnische Erkundung und Untersuchung von Festgestein	DIN EN ISO 14689 (05/2018)	stellt die Grundprinzipien dar für die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Festgesteinen für bautechnische Zwecke	gilt nur für Geotechnik; obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; DIN EN ISO 14689-1 wurde zurückgezogen		HBU FM-BA
23	bodenkundliche Untersuchungen	DIN 19673 (04/2013)	Bodenbeschaffenheit - Zeichnerische Darstellung bodenkundlicher Untersuchungsergebnisse; Darstellung und Schreibweise von bodenkundlichen Profilaufnahmen		FBU	
24	Geotechnische Erkundung und Untersuchung	DIN 4023 (02/2006)	Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten geologischen Aufschlüssen		FBU	HBU
25	Dokumentation der Bodenprobenahme	DIN ISO 18400-107 (11/2020)	Aufzeichnungen und Berichtswesen bei der Bodenprobenahme	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; beschreibt die Mindestanforderungen an die Dokumentation bei der Bodenprobenahme	FBU	

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
26	Qualitätsmanagement bei der Bodenprobenahme	DIN ISO 18400-106 (11/2020)	Anleitung zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Bodenprobenahme	Guideline-Norm – keine konkreten Verfahrensvorgaben; Nachfolgenorm für Teile der DIN ISO 10381-1	<b>FBU</b>	
27	Geotechnische Erkundung und Untersuchung	DIN EN ISO 22475-1 (01/2007)	Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Techn. Grundlagen der Ausführung; techn. Grundlagen zur Entnahme von Proben von Boden, Fels, Grundwasser; Grundwassermessungen	gilt formal nicht für die Gewinnung von Bodenproben für landwirtschaftliche und umweltbezogene Bodenuntersuchungen; Ersatz für DIN 4021 und DIN 4022; hilfreiche Darstellung der Probenahmegeräte; Beschreibung der Einsatzbereiche für Bodenuntersuchungen (neuer Entwurf 09/2019)	<b>FBU</b>	HBU FM-BA
28	Probenahme Baugrund	DIN 4021 ( <del>10/1990</del> )		zurückgezogen; wurde durch DIN EN ISO 22475-1 ersetzt		BBodSchV HBU
29	Probenahme aus Gesteinskörnungen	DIN 52101 ( <del>03/1988</del> ) ( <del>06/2005</del> ) (10/2013)	Verfahren zur Probenahme für Materialprüfungen zur Ermittlung durchschnittlicher Beschaffenheiten	ergänzt DIN EN 932-1; ungeeignet zur Bodenuntersuchung		BBodSchV HBU
30	Probenahme von Gesteinskörnungen aus Lieferungen, Lager und Anlagen	DIN EN 932-1 (11/1996)	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Probenahmeverfahren; Entnahme von Einzelproben und/oder Bildung von Mischproben/Sammelproben; Verfahren zur Anwendung im Bauwesen	ausschließlich geeignet zur Qualitätssicherung bei der Produktionskontrolle; keine grundmengenabhängige PN; ungeeignet zur Schadstoffcharakterisierung der beprobten Grundmenge; keine Hot-Spot-Probenahme; im Zweifelsfall schadstoffcharakterisierende PN durch LAGA PN 98	<b>sollte ersetzt werden durch: LAGA PN 98</b>	BBodSchV HBU
31	Geotechnische Erkundung und Untersuchung	DIN 18123 ( <del>11/1996</del> ) ( <del>04/2011</del> )	Bestimmung der Korngrößenverteilung	veraltete bzw. zurückgezogene Norm; wurde ersetzt durch DIN EN ISO 17892-4		BBodSchV HBU FMA FM-BA

Tab.II.1.1 Probenahmeplanung, Probenahme und Probenbeschreibung, Feststoffe (Boden)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
32	Geotechnische Erkundung und Untersuchung	DIN EN ISO 17892-4 (04/2017)	Laborversuche an Bodenproben; Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung und Sedimentation (Aräometer- und Pipettenverfahren)	ersetzt DIN 18123 (04/2011); Sedimentationsverfahren beeinflussen in der Regel die Stoffgehalte von Bodenproben	<b>FBU</b>	HBU
33	Probenahme von Bodenverbesserungsmitteln und Kultursubstraten	DIN EN 12579 (01/2000) (02/2014)	Probenahme von losem und verpacktem Material; Festlegung von Probenahmezeitpunkt und -menge; Einzel- und Sammelprobenanzahl; Probenbeschriftung und -versand	beschreibt die Beprobung der Produkte, die auf oder in den Boden eingebracht werden sollen; nur anwendbar bei homogenen Produkten; Probenahmeverfahren nicht konkret; Probenahmequalitätsziele werden nicht erreicht		BioAbfV FMA HBU
34	Bodenverbesserungsmittel und Substrate	Methodenbuch der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. zur Analyse organischer Düngemittel, 5. Auflage (09/2006)		Verweis in der BioAbfV auf das Methodenbuch <u>nur</u> für die Bestimmung des Anteils an Steinen und Fremdstoffen		BioAbfV
35	Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben	DIN 19639 (09/2019)	Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung, z. B. bei der Planung, Ausführung und Nachsorge von Leitungstrassen			HBU
36	Verwendung von Bodenmaterial und Baggergut für die Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenprofils	DIN 19731 (05/1998)	Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial	DIN 19731 wird derzeit überarbeitet		BBodSchV HBU

## II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altablagerungen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Grundvoraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung ist es, dass die Ergebnisse der Untersuchungen ein zuverlässiges Abbild der stofflichen Zusammensetzung der Materialien wiedergeben. Dies ist bei Abfällen und aufgefüllten Böden besonders schwierig, da diese neben einer inhomogenen Schadstoffverteilung zusätzlich noch eine heterogene Matrix aufweisen können. Die Probenahme ist deshalb integraler Bestandteil der physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchung und beeinflusst maßgeblich die Reproduzierbarkeit und damit verbunden die Belastbarkeit der Ergebnisse.

*Um die Ergebnisunsicherheit in vertretbaren Grenzen zu halten, sind die Vorgaben der LAGA PN 98 (Referenzverfahren 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.

### II.1.2.1 Schulungsinhalte für Probenehmer nach LAGA PN 98

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.

Tab.II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altanlagen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Probenahme von festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien im Rahmen der Prüfung zur stofflichen oder energetischen Verwertung bzw. zur Beseitigung	LAGA-Mitteilung 32 (LAGA PN 98) ( <del>12/2004</del> ) (05/2019)	Feststoffcharakterisierende Probenahme, „Hot-Spot“-Probenahme, volumen-/ massenabhängige und sortenreine Probenahme; Probenvorbehandlung	ungeeignet für nicht stichfeste und flüssige Abfälle; Konkretisierungen finden sich in der „Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA PN 98“	<b>Forum-AU</b>	DepV LAGA M20 FMA HBU FM-BA
2	Probenahme von Gesteinskörnungen aus Lieferungen, Lager und Anlagen	DIN EN 932-1 (11/1996)	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Probenahmeverfahren; Entnahme von Einzelproben und/oder Bildung von Mischproben/Sammelproben; Verfahren zur Anwendung im Bauwesen	ausschließlich geeignet zur Qualitätssicherung bei der Produktionskontrolle; keine grundmengenabhängige Probenahme; ungeeignet zur Schadstoffcharakterisierung der beprobten Grundmenge; keine Hot-Spot-Probenahme; im Zweifelsfall schadstoffcharakterisierende PN durch LAGA PN 98	<b>sollte ersetzt werden durch: LAGA PN 98</b>	LAGA M20 HBU

Tab.II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altanlagen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
3	Probenahme flüssiger "Abfälle"	DIN 51750-1 (12/1990) DIN 51750-2 (12/1990) DIN 51750-3 (02/1991)	Grundlegende Aussagen zur Probenahme an Mineralölerzeugnissen; da spezifische PN-Richtlinie für flüssige Abfälle fehlt, ist diese Norm hilfsweise zu verwenden	Inhomogenitäten/ Mehrphasensysteme bei flüssigen Abfällen sind bei der PN-Strategie zu berücksichtigen; Norm aus dem Bereich „Mineralöle“; diese Norm war Grundlage für die "Langfassung der LAGA PN 2/78K" zur Beprobung flüssiger Abfälle	<b>Forum-AU</b>	AltöIV <sup>12</sup> BioAbfV <sup>13</sup> FMA
4	Flüssige Mineralölerzeugnisse	DIN EN ISO 3170 (06/2004)	Manuelle Probenahme			AltöIV
5	Flüssige Mineralölerzeugnisse	DIN EN ISO 3171 (11/2000)	Automatische Probenahme aus Rohrleitungen			AltöIV
6	Probenahme zur stofflichen und energetischen Verwertung sowie Beseitigung von Altholz	AltholzV Anhang IV Nr. 1.1 Probenahme	Probenahme aus bewegtem Stoffstrom; Entnahme von Einzelproben, Bildung von Mischproben	keine differenzierte PN-Strategie zur Materialcharakterisierung; keine sortenreine PN; nur "Produktkontrolle"; keine Haufwerksbeprobung vorgesehen; unzureichende Probenmengen		AltholzV FMA

<sup>12</sup> AltöIV zitiert DIN 51750-1

<sup>13</sup> BioAbfV zitiert DIN 51750-1 und DIN 51750-2



Tab.II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altanlagen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Lfd. Nr.	Anwendungsbe- reich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
7	Abfallprobenahme am Entstehungsort; Abfallprobenahme am Ort der Verwer- tung	VersatzV Anlage 3 Nr 1.1 Probenahme		keine konkreten Handlungs- empfehlungen; kein konkreter Hinweis zum Probenahmever- fahren	<b>sollte ersetzt werden durch: LAGA PN 98</b>	VersatzV
8	Probenahme von Bodenverbesser- ungsmitteln und Kultursubstraten	DIN EN 12579 ( <del>01/2000</del> ) (02/2014)	Probenahme von losem und verpacktem Ma- terial; Festlegung von Probenahmezeitpunkt und -menge; Einzel- und Sammelproben- anzahl; Probenbeschriftung und -versand	beschreibt die Beprobung der Produkte, die auf oder in den Boden eingebracht werden sollen; nur anwendbar bei homogenen Produkten; Pro- benahmeverfahren nicht kon- kret; Probenahmequalitätszie- le werden nicht erreicht		BioAbfV FMA HBU
9	Probenahme von Schlämmen ver- schiedener Konsis- tenz	DIN EN ISO 5667-13 (08/2011)	Probenahme von Schlämmen aus unter- schiedlichen Anlagen, Haufwerken und Transportfahrzeugen	keine differenzierte Probe- nahmestrategie; Testprobe- nahme ermöglicht die Be- rücksichtigung der inhomogen Stoffverteilung		BioAbfV FMA AbfKlärV HBU
10	Feststoffe (Haufwerke)	DIN 19698-1 (05/2014)	segmentorientierte Probenahme an Haufwer- ken von homogener bis extrem heterogener Zusammensetzung; volumenabhängige Pro- benahme; Gewinnung von Einzel-, Misch- und Laborproben	keine Hot-Spot-Probenahme; keine Entnahme von Sam- melproben vorgesehen; Fest- schreibung der Analysenpro- benanzahl; teilweise inhaltli- che Überschneidungen mit der LAGA PN 98; Für Geltungsbereich BBodSchV nicht geeignet! <u>Überarbeitung wegen be- kannter Fehler erforderlich!</u>	<b>Bisher nicht mit anderen Teilen der Normenreihe und auch nicht mit der Reihe DIN ISO 18400 harmonisiert; Überarbei- tung im zuständigen DIN-Gremium beschlos- sen; in dieser Fassung wird die Anwendung nicht empfohlen</b>	HBU AbfKlärV DepV FMA

Tab.II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altanlagen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
11	Feststoffe (Haufwerke, von denen bekannt ist, dass sie eine „weitestgehend gleichbleibende stoffliche Zusammensetzung aufweisen“)	DIN 19698-2 (12/2016)	materialcharakterisierende Probenahme an Haufwerken für die Untersuchung einer zu bildenden gemeinsamen Mischprobe	keine Verfahren zur Charakterisierung der inhomogenen stofflichen Zusammensetzung von Abfällen; keine Aussage über Schwankungen in der stofflichen Verteilung der Grundmenge möglich; entspricht somit nicht den Qualitätsstandards der DIN EN ISO/IEC 17025 bzgl. der Ermittlung der Gesamtstreuung von Untersuchungsergebnissen inkl. Probenahmestreuung; für Entsorgungsfragen ungeeignet; geeignet zur stofflichen Charakterisierung von Produkten, güteüberwachten RC-Materialien; Für Geltungsbereich BBodSchV nicht geeignet!	<b>Bis auf Teil 1 der DIN 19698 nicht mit anderen Teilen der Normenreihe und auch nicht mit der Reihe DIN ISO 18400 harmonisiert; Überarbeitung im zuständigen DIN-Gremium beschlossen; in dieser Fassung wird Anwendung nicht empfohlen</b>	DepV HBU
12	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien	DIN 19698-5 (06/2018)	Anleitung für die Beprobung von Hot-Spots in Grundmengen; Hinweise zum Erkennen und Charakterisieren von Hot-Spots, die eine Charakterisierung der Grundmenge behindern	keine stoffliche Charakterisierung der Grundmenge möglich; ausschließlich für die Untersuchung von Hot-Spots geeignet; Norm ist zwingend im Zusammenhang mit DIN 19698-1 anzuwenden		DepV HBU

Tab.II.1.2 Probenahme Feststoffe (Abfall/Altablagerungen; abgeschobenes Bodenmaterial)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
13	Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien; Probenahme von Linienbauwerken	DIN 19698-6 (01/2019)	In situ-Beprobung; zur Beprobung von linienartigen 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	stoffliche Charakterisierung der Grundmenge durch Einzel-, Misch- und Laborproben; keine Sammelprobenuntersuchung möglich; keine Hot-Spot-Probenahme; ungeeignet zur Flächenprobenahme aufgrund fehlender Probenahmestrategie; zur Beprobung im „außerstädtischen Bereich“ bei nachgewiesener homogener Stoffverteilung anwendbar; unverhältnismäßig großer Aufwand für Gleis- schotteruntersuchungen; Ungeeignet für Geltungsbereich BBodSchV! Nicht anwendbar bei Flächen mit Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen und zur Baugrunduntersuchung.	<b>bezieht sich in wesentlichen Teilen auf die zu überarbeitende DIN 19698-1, die aber bisher nicht auf die Möglichkeit einer in situ-Beprobung eingeht; Norm ist überarbeitungsbedürftig.</b>	DepV HBU

### II.1.3 Probenahmeplanung, Probenahme Grundwasser, Sickerwasser

Tab.II.1.3 Probenahmeplanung, Probenahme Grundwasser, Sickerwasser

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Wasserbeschaffenheit – Probenahme, Probenahmeplanung	DIN EN ISO 5667-1 (04/2007)	Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken; beschreibt die Anwendungsbereiche der anderen Teile der Normenreihe ISO 5667 und die allgemeinen Grundlagen für alle Aspekte der Probenahme von Wasser, Abwasser, Schlämmen, suspendierten Stoffen, Sedimenten	obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; enthält keine detaillierten Anweisungen für besondere Probenahmegegebenheiten; Entwurfsversion 09/2019 vorhanden		FM-BA HBU
2	Grundwasserprobenahme	ISO 5667-11 (04/2009)		obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; bedingt geeignete Norm		FM-BA
3	Grundwasserprobenahme	DIN 38402-13 (12/1985)	umfassende Darstellung der Strategie, Planung und Durchführung der gängigen Vorgehensweisen zur Grundwasserprobenahme	Entwurfsversion 05/2020 vorhanden		FM-BA
4	Probenahme aus Grundwassermessstellen	DVGW W 112 (10/2011)		obligatorischer Parameter gemäß FM-BA; eingeschränkter Anwendungsbereich gegenüber der neuen DIN 38402-13		FM-BA
5	Sickerwasserprobenahme, In situ-Erfassung von Bodenwasser	DWA-M 905 (05/2012)	Gewinnung von Bodenlösung - Beprobungssysteme und Einflussgrößen; Probenahme mittels Saugkerzen; Beschreibung der Möglichkeiten und Grenzen der in situ-Erfassung des Bodenwassers	optionaler Parameter gemäß FM-BA; gibt einen Überblick über verfügbare Systeme und deren Eignung; keine Verfahrensbeschreibung der einzelnen Methoden		FM-BA
6	Sickerwasserprobenahme	DVWK-Merkblatt 217 (1990)	Gewinnung von Bodenwasserproben mit Hilfe der Saugkerzen-Methode	optionaler Parameter gemäß FM-BA; Fassung von 1990 dürfte hinsichtlich aktueller technischer Entwicklungen veraltet sein		FM-BA

#### **II.1.4 Probenahmeplanung, Probenahme 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.

Die Untersuchungsergebnisse von Bodenluft haben grundsätzlich orientierenden Charakter. Zur Beurteilung eines konkreten Handlungsbedarfs in der Vollzugspraxis des Bodenschutzes sind sie nicht geeignet.

Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen veralteten Stand.  
Bitte Hinweis auf dem Deckblatt beachten. Die aktuelle Version 3.0 ist auf der Internetseite der LAGA und des FBU abrufbar.

Tab.II.1.4 Probenahmeplanung, Probenahme Bodenluft

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Probenahme Bodenluft	VDI 3865-1 ( <del>10/1992</del> ) (06/2005)		veralteter Stand; neu: (06/2005)		BBodSchV HBU
2	Probenahme Bodenluft	VDI 3865-1 (06/2005)	Hinweise zur Messplanung und -strategie für den Einsatz von Bodenluftuntersuchungen		<b>FBU</b>	FM-BA HBU
3	Messplanung für Bodenluftuntersuchungsverfahren	VDI 3865-2 (01/1998)	Beschreibung verschiedener Ver- fahren zur Gewinnung von Boden- luftproben			BBodSchV HBU FM-BA
4	Probenahme Bodenluft	DIN ISO 10381-7 ( <del>10/2007</del> )		Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: VDI 3865-1</b>	FM-BA HBU
5	Messplanung	VDI 3860-4 (06/2012)	Messen von Deponiegasen - Messungen im Untergrund	bspw. bei der Untersuchung von Altlasten relevant		

## **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.

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 Sb und Br in einem bestimmten Verhältnis sind ein deutlicher Hinweis auf eine Belastung mit PBDE. Gehalte auffälliger Proben können anschließend mit dem Referenzverfahren (DIN EN ISO 22032) bestimmt werden.

### Elementbestimmung mittels mobiler RFA

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. – Unterscheidung handgehaltener Geräte nach Art der Anregung zwischen Radionuklidquellengeräten und Röntgenröhrengeräten
Proben- vorbereitung	Die Messungen erfolgen punktförmig an der Oberfläche der Probe mit (abhängig vom Probenmaterial) geringer Eindringtiefe (typ. 0,1 mm). Eine verbesserte Präzision wird durch Trocknung und Mahlen des Probenmaterials erreicht (Homogenisierung).
Leistungs- vermögen	Mit handgehaltenen Geräten werden Nachweisgrenzen für die in den Verordnungen aufgelisteten Elemente von < 100 mg/kg, für einige (u. a. Pb, Cd, Hg) 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 As-Pb).
Bedienung und Auswertung	Für eine sachgerechte Bedienung und Interpretation ist eine ausgewiesene Fachkompetenz erforderlich.
Umgangs- genehmigung	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.

#### 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, HMVA-Asche). Denkbar wäre ein Einsatz des Verfahrens z. B. bei Deponieeingangskontrollen (Identifikationsanalyse) oder bei Einbaukontrollen zum Screening größerer Materialmengen.



Tab.II.2 Schnellanalysenmethoden und Vor-Ort-Verfahren

Lfd. Nr.	Parameter	Material-typ	Verfahren	Probenaufarbeitung	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1		Boden	DIN EN ISO 12404 (11/2015)		Bodenbeschaffenheit - Anleitung für Auswahl und Anwendung von Vor-Ort-Verfahren	Guideline-Norm, gibt einen guten Überblick		HBU
2	Schwermetalle, Halogene (Cl)	Abfall, Altlastenmaterial	DIN EN 16424 (03/2015)	Verdichtung nach Zerkleinerung mittels Handmörser	Handgehaltene EDRFA zur Elementbestimmung; Screening Verfahren; Leistungsstarkes, validiertes Vor-Ort-Analysenverfahren	Methode dient nicht nur zur Probenahmesteuerung; zur Vor-Ort Elementbestimmung geeignet, da vergleichbare Ergebnisse zur Konventionmethode erhalten werden	<b>Forum-AU</b>	HBU
3	Schwermetalle, Halogene (Cl)	Abfall, Altlastenmaterial	DIN CEN/TR 16176 DIN SPEC 19776 (03/2012)	Verdichtung nach Zerkleinerung mittels Handmörser	Screening Verfahren zur Elementbestimmung			HBU
4	Vor-Ort-Elution	Abfall, Altlastenmaterial	DIN 19902 (03/2018)	Zerkleinerung <10mm; (Heißelution)	Schnell-(Vor-Ort)-Elutionsverfahren zur Identifikationsanalyse (s/l=1:10) mit ggf. Vor-Ort-Elementbestimmung; Schnellelution mit s/l=1:2 ebenfalls möglich (Sickerwasserprognose)	zur Untersuchung der mobilisierbaren anorganischen Stoffanteile entwickelt; liefert vergleichbare Gehalte zur DIN EN 12457-4 in ca. 30 min; „Experimentelle Umschlüsselung“ von s/l=1:10 nach s/l=1:2 möglich; Sickerwasserprognose in ca. 30 min; Spezialverfahren, dass für bestimmte Fragestellungen herangezogen werden kann		HBU

## II.3 Probenvorbereitung

### II.3.1 Probenkonservierung, -transport, -lagerung

Tab.II.3.1 Probenkonservierung, -transport, -lagerung

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Wasser (Probenkonservierung)	DIN EN ISO 5667-3 <del>(04/1996)</del> (05/2004)		veraltete Norm		BBodSchV HBU
2	Wasser (Probenkonservierung)	DIN EN ISO 5667-3 <del>(05/2004)</del> (07/2019)		gilt für Grund- und Sickerwasser	<b>FBU</b>	HBU FM-BA
3	Feststoff (Probenlagerung)	DIN ISO 18512 (03/2009)	Lagerung von Bodenproben			FM-BA HBU
4	Probenstabilisierung von leichtflüchtigen Komponenten in Feststoffen (LHKW, BTEX, MTBE) durch Überschichtung	DIN EN ISO 22155 <del>(05/2012)</del> (07/2016)				HBU FM-BA

## II.3.2 Probenvorbereitende Techniken

### II.3.2.1 Probenvorbereitende Techniken (Trocknungsverfahren)

Tab.II.3.2.1 Probenvorbereitende Techniken (Trocknungsverfahren)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Boden, Schlamm, Sedimente	DIN EN ISO 16720 (06/2007)	Gefriertrocknung Vorfrieren: -35 °C; Schichtdicke: ≤ 2cm; Vakuum: 37-63 Pa	führt ggf. bei leichter flüchtigen organischen Komponenten zu Memory-Effekten in den Geräten	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU

### II.3.2.2 Bestimmung allgemeiner Parameter (Trockenmasse etc.)

Tab.II.3.2.2 Bestimmung allgemeiner Parameter (Trockenmasse etc.)

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Abfälle Wassergehalt > 1 %	Trockenrückstand; Wassergehalt	DIN EN 14346 ( <del>02/2002</del> ) ( <del>03/2007</del> )	Gravimetrie; Verfahren A: Bestimmung bei 105 ± 3 °C; Verfahren B: Direkte Karl-Fischer-Titration	A: feste Abfälle; B: flüssige Abfälle (azeotrope Gemische); Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	HBU FM-BA DepV LAGA M20 FMA
2	Boden	Trockenrückstand	DIN ISO 11465 ( <del>12/1996</del> )	Trocknen bei 105 °C	Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	VersatzV BBodSchV HBU FM-BA LAGA M20
3	Schlämme (flüssig, pastös)	Trockenrückstand	DIN EN 12880 (02/2001)	Trocknen bei 105 °C		<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	HBU FMA
4	Schlämme, Sedimente	Trockenrückstand	DIN 38414-2 ( <del>11/1985</del> )	Trocknen bei 105 ± 2 °C	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN EN 12880	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	VersatzV BBodSchV HBU
5	Schlamm, Bioabfall, Boden, Abfall	Trockenrückstand; Wassergehalt	DIN EN 15934 (11/2012)	Methode A: Trocknen bei 105 °C; Methode B: Karl-Fischer-Titration (volumetrisch /coulometrisch); Azeotrope Destillation	Ausschließlich Verfahren A verwenden! Verfahren ersetzt DIN EN 14346 und DIN ISO 11465	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU AbfKlärV FMA
6		Feuchtigkeitsgehalt	DIN 52183 ( <del>11/1977</del> )	Trocknen bei 103 °C	feste Brennstoffe; Feuchtegehaltbestimmung von Hölzern; Norm zurückgezogen; Empfehlung des Regelsetzers: DIN EN 1383-1	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	AltholzV FMA
7	Boden, Kultursubstrate	Trockenrückstand	DIN EN 13040 ( <del>02/2007</del> ) (01/2008)	Trocknen bei 103 ± 2 °C (Kap. 10 der Norm)	für Abfälle mit bodenartiger Matrix geeignet; zur mechanischen Probenvorbereitung von Abfällen außerhalb der BioAbfV ist DIN 19747 zu favorisieren	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15934</b>	BioAbfV HBU FMA

### **II.3.3 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 -vorbereitungsschritte. Eine fehlerhafte Ausführung dieser Arbeitsschritte kann chemische, physikalische oder biologische Prüfverfahren in ihrer Aussagekraft entscheidend einschränken und zu Fehlbeurteilungen führen. Die für Feststoffmatrices bis dato existierenden Normen und Vorschriften weichen teilweise deutlich voneinander ab und weisen selbst für die Bestimmung identischer Stoffgruppen unterschiedliche Bearbeitungsschritte aus.

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

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

Die Anwendung der DIN 19747 schließt unmittelbar an die Probenahme gemäß LAGA PN 98 an. Unter der Bezeichnung „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 z. B. Wurzeln, Kunststoffteile, oder Metallpartikel, wie 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 aus-

schlaggebender Bedeutung sein. Deshalb ist die Dokumentation und Weitergabe dieser Informationen in Form des Probenbegleitprotokolls (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 folgenden Tabellen sind die Teilschritte der Probenvorbereitung, wie Probenteilung/-zerkleinerung (mechanische Probenvorbereitung), Aufschluss und Elution dargestellt.

#### *II.3.3.1 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 Probenvorbereitung 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.

Tab.II.3.3 Mechanische Probenvorbereitung

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Feststoffe jeglicher Art; geeignet für chemische, physikalische und biologische Untersuchungen	DIN 19747 (07/2009)	Vorbehandlung, Vorbereitung, Aufarbeitung	schließt lückenlos an LAGA PN 98 an; komplettiert Vorgehensweisen zwischen Probenahme und Analytik; beinhaltet alle im untergesetzlichen Regelwerk und Regelungen geforderten Schritte der Probenvorbereitung	<b>FBU, Forum-AU</b>	DepV FMA FM-BA HBU AbfklärV
2	Vorbehandlung von Bodenproben, die mit physikalisch-chemischen Verfahren untersucht werden sollen	DIN ISO 11464 ( <del>12/1996</del> ) ( <del>12/2006</del> )	Hinweise zu Trocknen, Zerkleinern, Sieben, Mahlen, Teilen	Anwendung bei anderen Matrices eingeschränkt; inhaltlich widersprüchlich und bei Anwendung sind systematische Fehler möglich; nicht vollzugspraxistauglich; Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN 19747	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	BBodSchV HBU
3	Vorbehandlung von Bodenproben im Labor vor der Bestimmung organischer Verunreinigungen	DIN ISO 14507 ( <del>02/1996</del> ) ( <del>07/2004</del> )	Eigenschaften und Informationen zu flüchtigen und mäßig flüchtigen organischen Verbindungen	nicht anwendbar zur Bestimmung flüchtiger organischer Inhaltsstoffe; defizitäre Ansätze zur Untersuchung von Feststoffen auf organische Verunreinigungen; Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN 19747	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	BBodSchV HBU
4	Probenbeschreibung	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage (KA4), 1996	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung	Ansprache im Gelände durch Fingerprobe; ersetzt durch 5. Auflage unter Einarbeitung der Kriterien für die Stadtbodenkartierung	<b>KA5 verwenden</b>	BBodSchV
5	Probenahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten; Probenbeschreibung	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5), 2005	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung	Ansprache im Gelände durch Fingerprobe; auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht immer einsetzbar; je nach Fragestellung ist „KA5-kurz“ ausreichend	<b>FBU</b>	HBU

Tab.II.3.3 Mechanische Probenvorbereitung

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
6	Beschreibung von Bodenhorizonten und -profilen sowie der bodenkundlichen und sensorischen Ansprache von Bodenproben; keine Probenahmeanleitung	Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Auszug aus der KA5, 2009 („KA5-kurz“)		kein Unterschied zur KA5; zu erfassende Merkmalsanzahl ist auf Vollzug des BBodSchG ausgelegt	FBU	FM-BA HBU
7	Boden	DIN 19682-2 (04/1997) (11/2007) (07/2014)	Bestimmung der Bodenart; Korngrößenverteilung		FBU	HBU BBodSchV FM-BA FMA
8	Boden	DIN ISO 11277 (06/1994) (08/2002)	Bestimmung der Korngrößenverteilung		FBU	FM-BA HBU BBodSchV
9	Boden	DIN 19683-2 (04/1973)	Bestimmung der Bodenart; Felduntersuchung; Bestimmung der Korngrößenverteilung nach Dispersion mit Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> -Lösung	zurückgezogene Norm	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 11277</b>	BBodSchV HBU
10	Boden	DIN 18123 (11/1996) (03/2010) (04/2011)	Bestimmung der Korngrößenverteilung	veraltete bzw. zurückgezogene Norm	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 11277</b>	BBodSchV HBU FM-BA FMA
11	stoffliche und energetische Verwertung von Altholz	AltholzV Anhang IV Nrn. 1.2 und 1.3	Hinweise zum Homogenisieren, Reduzieren, Zerkleinern und Trocknen	keine inhaltsstoffspezifische Probenvorbereitung; systematische Fehler bei der Probenvorbereitung leicht flüchtiger Verbindungen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	AltholzV FMA
12	Abfall am Entstehungsort; Abfall am Ort der Verwertung	VersatzV Anlage 3 , Nr. 1.2	Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Trocknen	zu stark differenzierte, unübliche Probenvorbereitungsschritte	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	VersatzV
13	Untersuchung fester Abfälle	Teil III LAGA M20	allgemeine Hinweise auf existierende Normen	Begrenzung durch Leistungsfähigkeit der zitierten Normen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	LAGA M20



Tab.II.3.3 Mechanische Probenvorbereitung

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
14	unbehandelte und behandelte Abfälle	BioAbfV, Anhang 3 Nr. 1.2 Probevorbereitung	Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Sieben und Trocknen		<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	BioAbfV
15		BioAbfV, Anhang 3 Nr. 1.3.3 Bestimmung des Anteils an Steinen und Fremdstoffen	Teilung, Zerkleinerung, Siebung (10 mm; 2 mm)		<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	BioAbfV FMA
16	feste und flüssige Abfälle	DIN EN 15002 (07/2015)	Homogenisierung, Teilung, Phasentrennung	greift auf Techniken der defizitären DIN ISO 11464 und DIN ISO 14507 zurück; leistungsschwache Methode; nicht vollzugspraxistauglich	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	HBU
17	allgemeines Prüfverfahren für Gesteinskörnungen	DIN EN 932-2 (03/1999)	Teilungstechniken	ausschließlich auf die Prüfung allgemeiner Eigenschaften von Gesteinskörnungen anwendbar; nur für Produkte geeignet; nicht auf Untersuchung chemischer Parameter ausgelegt und infolgedessen für Umweltuntersuchungen nicht geeignet	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	
18	Schlämme, behandelter Bioabfall, Boden	DIN EN 16179 (11/2012)	Feld-, Labor- und Prüfprobenpräparation: Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern; Trocknungsverfahren	defizitäre Angaben von erforderlichen Endfeinheiten für Prüf-, Analysen- und Messprobenmaterial (z. B. für organische Extrakte, Auszüge); defizitäre Terminologie	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	HBU
19	Feste Brennstoffe	DIN 51701-3 ( <del>08/1985</del> ) (09/2006)	Zerkleinern, Mischen, Teilen von festen Brennstoffen, insbesondere von Braun- und Steinkohle sowie von Briketts und Koks	ungeeignete Techniken zur Untersuchung umweltrelevanter Parameter	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19747</b>	AltholzV FMA

## **II.3.4 Chemische Probenvorbereitung**

### *II.3.4.1 Extraktions- und Aufschlussverfahren*

Da bei Untersuchungen auf umweltrelevante Elemente in der Regel nicht der Gesamtgehalt von Interesse ist, sondern ihre maximal mögliche Freisetzung, ist für die Ermittlung von Elementgehalten in Abfällen in vielen Fällen die Bestimmung der mit Königswasser löslichen bzw. extrahierbaren Elementgehalte nach dem Referenzverfahren DIN EN ISO 54321 ausreichend. 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. Der Aufschluss mit Königswasser setzt Elemente aus vielen geologischen Matrizen nicht unbedingt vollständig frei. 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 Al, Ba, Cr, Si, Ti dokumentiert.

Nur bei silikatischen Materialien, hochgeglühten Oxiden etc. 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. Allerdings erfordert die Verwendung von Flusssäure besondere Arbeitsschutzmaßnahmen.

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

Tab.II.3.4.1 Extraktions- und Aufschlussverfahren

Lfd. Nr.	Materialtyp	Parameter	Verfahren	Probenaufarbeitung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Boden	Flusssäure-, Perchlorsäureaufschluss	DIN ISO 14869-1 (01/2003)	Feinmahlung	Totalaufschluss für den Bodenbereich; Perchlorsäureaufschluss aus Arbeitsschutzgründen problematisch		HBU
2	Boden	Alkalischer Schmelzaufschluss	DIN ISO 14869-2 (01/2003)	Feinmahlung (< 80 µm)	Probenaufarbeitung gemäß DIN 19747 (< 80 µm); Metaborat-Schmelzaufschluss im Pt-Tiegel bei 450 °C für RFA-Analysen		HBU
3	Abfall	Mikrowellenaufschluss mit Flusssäure, Salpetersäure, Salzsäure	DIN EN 13656 (01/2003)	Mahlen < 250 µm	<b>Totalaufschlussverfahren</b> In 2020 ist die EN 13656 erschienen. Hier wird HBF <sub>4</sub> anstatt HF zugelassen und der Aufschluss im Heizblock mit Kunststoffröhrchen eingeführt und im Ringversuch verifiziert. Derzeit liegt die deutsche Fassung der DIN EN 13656 im Entwurf vor. Nach der Einführung sollte diese Anwendung finden.		HBU
4	Boden, Bioabfall, Schlamm, Abfall	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 54321 (04/2021)	< 250 µm	Königswasseraufschluss offen unter Rückfluss (Verfahren A1); Königswasseraufschluss offen im Kunststoffröhrchen im Heizblock (Verfahren A2); Königswasseraufschluss geschlossen in der Mikrowelle mit Temperaturregelung (Verfahren B); bei der Bestimmung von Elementen, die flüchtige Verbindungen bilden (z. B. Hg, As), ist während der Probenvorbehandlung besondere Sorgfalt erforderlich	<b>FBU, Forum-AU</b>	
5	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	Königswasseraufschluss	DIN EN 13650 (01/2002)	< 500 µm	Wird ersetzt durch DIN EN ISO 54321	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	BioAbfV FMA HBU

Tab.II.3.4.1 Extraktions- und Aufschlussverfahren

Lfd. Nr.	Materialtyp	Parameter	Verfahren	Probenaufarbeitung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
6	Abfall	Königswasseraufschluss	DIN EN 13657 (01/2003)	Mahlen < 250 µm	A: Mikrowelledruckaufschluss B: Mikrowelle offenes Gefäß C: Thermisch offenes Gefäß <b>Hinweis:</b> Verfahren A liefert insbesondere bei schwer aufschließbaren Verbindungen der Elemente differierende Ergebnisse (Aufschlussrate) zu Verfahren B und C; bei der Bestimmung von Elementen, die flüchtige Verbindungen bilden (z. B. Hg, As), ist während der Probenvorbehandlung besondere Sorgfalt erforderlich; wird ersetzt durch DIN EN ISO 54321	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	DepV FMA LAGA M20 FM-BA HBU
7	Abfall, Boden	Königswasseraufschluss	E-DIN EN 13657 (10/1999)	Mahlen < 250 µm	wurde ersetzt durch DIN EN 13657	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	AltholzV FMA
8	Schlämme, Sedimente	Königswasseraufschluss	DIN 38414-7 (11/1983)	Mahlen < 100 µm	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN EN 13346	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	VersatzV
9	Boden	Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466 (06/1997)	Mahlen < 150 µm	Norm zurückgezogen; Berücksichtigung des TOC-Gehaltes für die Säuremenge; wurde ersetzt durch DIN EN ISO 54321	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	LAGA M20 BBodSchV HBU FM-BA
10	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	Königswasseraufschluss	DIN EN 16174 (11/2012)	Teil A: offener KW-Aufschluss; Teil B: KW-Mikrowelledruckaufschluss (175 °C; 10 min)	als Ersatz für DIN ISO 11466 empfohlen; matrixübergreifend gültige Aufschlussnorm ohne konkrete Vorgaben zur Probenaufarbeitung (Materialaufarbeitung < 250 µm gemäß DIN 19747); verweist auf defizitäre DIN EN 16179; inhaltlich ersetzt durch DIN EN ISO 54321	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	HBU AbfKlärV FMA

Tab.II.3.4.1 Extraktions- und Aufschlussverfahren

Lfd. Nr.	Materialtyp	Parameter	Verfahren	Probenaufarbeitung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
11	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	Salpetersäureaufschluss	DIN EN 16173 (11/2012)	Salpetersäure- Mikrowellen- druckauf- schluss (175 °C; 10 min)	nicht gleichwertig mit KW-Aufschluss		HBU
12	Schlamm	Königswasseraufschluss	DIN EN 13346 (04/2001)	Mahlen	Verfahren A: Offener Aufschluss (für Klärschlämme); Verfahren B: Extraktion in Glasröhrchen (nicht empfehlenswert); Verfahren C: Mikrowellendruckaufschluss; Verfahren D: Mikrowellenaufschluss offen; Hinweis: Verfahren liefern insbesondere bei schwer aufschließbaren Verbindungen der Elemente differierende Ergebnisse (Aufschlussrate); wird ersetzt durch DIN EN ISO 54321	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 54321</b>	AbfKlärV FMA HBU
13	Boden	Salpetersäure- Wasserstoffperoxid- aufschluss	DIN ISO 20279 (01/2006)		Aufschlussverfahren für Thallium-Bestimmung; optionaler Parameter gemäß FM-BA		FM-BA HBU
14	Abfall, Boden	Alkalischer Aufschluss; Extrakt für Cr(VI)	DIN EN 15192 (02/2007)	Mahlen < 250 µm; Extraktion mittels NaOH- und Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -Lösung in der Hitze; nach Extraktion Reaktion mit Diphenylcarbazid zwecks photometrischer Bestimmung von Cr(VI)	Aufschlussverfahren zur Cr(VI)-Bestimmung in Feststoffen	<b>FBU, Forum-AU</b>	FM-BA FMA

#### *II.3.4.2 Elutions- und Perkulationsverfahren*

Elutions- und Perkulationsverfahren wurden entwickelt, um den Einfluss des zu beurteilenden Feststoffes (Boden und Abfall) auf das Grund- und Oberflächenwasser abzuschätzen oder die Pflanzenverfügbarkeit darin enthaltener Schadstoffe zu ermitteln. Aufgrund der komplexen Prozesse, die in der Umwelt zu Schadstoffverfrachtungen führen können, sind die genannten Laborverfahren allenfalls eine Annäherung an die Realität.

Tab.II.3.4.2 Elutions- und Perkolationsverfahren

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen	DIN EN 12457-4 (01/2003)	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel destilliertes Wasser; s/l=1:10; Korngröße < 10 mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung	nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert; Norm ist in Verbindung mit Anhang E anzuwenden, um zu reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen	<b>Forum-AU</b>	DepV FMA HBU FM-BA LAGA M20
2	Schlamm, Sedimente	DIN 38414-4 (10/1984)	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel destilliertes Wasser; s/l=1:10	nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile vorgesehen; für organische Schadstoffe (z. B. PAK) ungeeignet; Norm in 12/2015 ersatzlos zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 12457-4</b>	BBodSchV HBU VersatzV
3	Abfall, Boden-, Altlastenmaterial	LAGA-Mitteilung 33 (LAGA EW 98S) (2002)	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel destilliertes Wasser; s/l= 1:10	nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert; zurückgezogene Richtlinie (09/2012)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 12457-4</b>	LAGA M20
4	Abfall, monolithisches und grobstückiges Material	LAGA-Mitteilung 33 (LAGA EW 98 T) (2002)	24h Rührversuch; Elutionsmittel destilliertes Wasser; s/l=1:10; Korngröße < 40 mm	nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert; Methode wurde zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 1744-3</b>	VersatzV
5	Gesteinskörnungen	DIN EN 1744-3 (11/2002)	24h Rührversuch; Elutionsmittel destilliertes Wasser; s/l=1:10; Korngröße < 32 mm	Trogverfahren für granulare Feststoffe		HBU
6	Abfall, Boden-, Altlastenmaterial	LAGA-Mitteilung 32 (LAGA EW 98p) (2002) (09/2017)	pH-abhängiger Elutionsversuch; pH 4, pH 11; s/l=1:10; Bestimmung der Säureneutralisationskapazität (ANC)	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile geeignet; pHstat-Verfahren	<b>Forum-AU</b>	DepV FMA
7	Feststoff (Abfall, Boden, Altlastenmaterial)	DIN 19529 (12/2015)	s/l=1:2; für anorganische und organische Komponenten	Methode stellt Zusammenführung der DIN 19527 (08/2012) und der DIN 19529 (01/2009) dar	<b>FBU</b>	HBU

Tab.II.3.4.2 Elutions- und Perkolationsverfahren

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
8	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	DIN 19527 (08/2012)	Schütteltest; s/l=1:2; Elutionsmittel: destilliertes Wasser; Korngröße < 32 mm	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN 19529 (12/2015); nur zur Untersuchung der mobilen organischen Stoffanteile validiert (MKW C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> und C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> , PAK, PCB, Phenole <sup>14</sup> )	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19529 (12/2015)</b>	FM-BA
9	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	DIN 19529 (01/2009)	Schütteltest; s/l=1:2; Elutionsmittel: destilliertes Wasser; Korngröße < 32 mm	Norm zurückgezogen; wurde in DIN 19529 (12/2015) integriert und dadurch ersetzt; nur zur Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19529 (12/2015)</b>	FM-BA HBU
10	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	DIN 19528 (01/2009)	Säulentest; Aufwärtsstromverfahren; Elutionsmittel: destilliertes Wasser; Korngröße < 32 mm;	nur zur Untersuchung der PAK und mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	<b>FBU</b>	FM-BA FMA DepV HBU
11	Körniger Abfall	DIN CEN TS 14405 (09/2004)	Perkolationsprüfung (für anorganische Stoffe; Säulengröße abhängig von Korngröße)	Norm zurückgezogen; nicht validiertes Verfahren	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19528</b>	FMA
12	Abfall	DIN EN 14405 (05/2017)	Perkolationsprüfung (für anorganische Stoffe; Säulengröße abhängig von Korngröße)	ersetzt DIN CEN TS 14405	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19528</b>	DepV HBU
13	Bodenbeschaffenheit Ökotoxuntersuchung	DIN EN ISO 21268-1 (09/2020)	Schüttelverfahren; s/l=1:2			HBU
14	Boden	DIN 19730 (06/1997)	Extraktion mit 1M Ammoniumnitratlösung	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN ISO 19730	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 19730</b>	HBU BBodSchV

<sup>14</sup> Unter Phenole sind die im Kapitel II.7.2 „Abfall-, Boden- und Altlastenuntersuchungsrelevante organische Stoffgruppen“ gelisteten Einzelverbindungen zu verstehen.



Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen veralteten Stand.  
Bitte Hinweis auf dem Deckblatt beachten. Die aktuelle Version 3.0 ist auf der Internetseite der LAGA und des FBU abrufbar.

Tab.II.3.4.2 Elutions- und Perkolationsverfahren

Lfd. Nr.	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
15	Boden	DIN ISO 19730 (07/2009)	Extraktion mit 1M Ammoniumnitratlösung		FBU	FM-BA HBU
16	Boden	DIN 19738 <del>(07/2004)</del> (06/2017)	Physiologienaher Elutionstest für Schwermetalle, hydrophobe Organika (PAK, PCB)	Bestimmung der „Resorptionsverfügbarkeit“ kann im Rahmen der Detailuntersuchung von Bedeutung sein; optionaler Parameter gemäß FM-BA	FBU	FM-BA HBU
17	Salze	Bodensättigungsextrakt (BSE)	s. Infobox III A.3.2	ungeeignet zur Schadstoffuntersuchung von Boden- und Altlastenmaterialien; nicht validiert für anorganische und organische Schadstoffe	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 19529 (12/2015)</b>	BBodSchV

## **II.4 Allgemeine Parameter**

Den allgemeinen Parametern wird oftmals zu wenig Beachtung geschenkt. Im Rahmen von Plausibilitätsprüfungen sind diese aber genauso wie z. B. allgemeine Probenbeschreibungen gut geeignet, um festzustellen, ob das Ergebnis überhaupt zur Probe passt. Untypische Farben, pH-Werte oder Leitfähigkeiten können z. B. auf Probenvertauschungen, Täuschungen oder Inhomoginitäten hindeuten.

Eine Möglichkeit ist es wässrige Lösungen mittels Ionenbilanzen (DIN 38402-62:2014-12) zu prüfen. 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 Feststoffe (pH-Wert, Trockenmasse, Glühverlust etc.)

Tab.II.4.1 Feststoffe (pH-Wert, Trockenmasse, Glühverlust etc.)

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
1	pH-Wert	Bodenmaterial	DIN ISO 10390 (05/1997) (12/2005)	A: H <sub>2</sub> O/KCl = 1:5 H <sub>2</sub> O/CaCl <sub>2</sub> = 1:5 Suspension; Standzeit: 2-24h; B: H <sub>2</sub> O/KCl = 1:5 H <sub>2</sub> O/CaCl <sub>2</sub> = 1:5 Suspension; Standzeit: 1-3h	Norm wurde zurückgezogen; neue DIN EN ISO 10390 liegt im Entwurf vor (02/2020)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15933</b>	VersatzV LAGA M20 BBodSchV HBU FM-BA FMA
	pH-Wert	Schlamm	DIN 38414-5 (09/1981)		ersetzt durch DIN EN 12176		FMA
	pH-Wert	Bodenverbesserer, Kultursubstrate	DIN EN 13037 (02/2000) (01/2012)	pH-Wertbestimmung in Suspension	kein Klärschlamm; Vorsiebung: A: < 20 mm, B: < 40 mm		BioAbfV FMA HBU
	pH-Wert	Boden, Bioabfall, Schlamm	DIN EN 15933 (11/2012)	0,01 mol CaCl <sub>2</sub> -Lösung Schütteln oder Mischen; ca. 60 min.	fusioniert mit der DIN ISO 10390 zur DIN EN ISO 10390 (Entwurf liegt bereits vor)	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU AbfKlärV FMA
	pH-Wert	Boden	VDLUFA-Methodenbuch Bd. I, A.5.1.1	Aufschlammung mit CaCl <sub>2</sub> - oder KCl-Lösung			FMA
2	Glühverlust	Abfall, Bodenmaterial	DIN EN 15169 (05/2007)	thermische Behandlung bei 550 ± 25 °C; anschließend Gravimetrie	für die Bestimmung des organischen Anteils ist der Feststoff-TOC gemäß DIN EN 13137 besser geeignet	<b>Forum-AU</b>	DepV FMA HBU
	Glühverlust	Bioabfall, Boden, Abfall	DIN EN 15935 (12/2010) (11/2012)		Unterscheidung für Proben mit geringem Anteil flüchtiger Bestandteile und Proben mit flüchtigen Bestandteilen		HBU AbfKlärV FMA

Tab.II.4.1 Feststoffe (pH-Wert, Trockenmasse, Glühverlust etc.)

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk Regelungen (zitiert in:)
	Glühverlust	Schlämme, Sedimente	DIN 38414-3 (11/1985)		Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15169</b>	VersatzV
<b>3</b>	Trockenmasse; Trockenrückstand	Bioabfall, Boden, Abfall	DIN EN 15934 (11/2012)			<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
<b>4</b>	Trockenrückstand; Wassergehalt	Abfälle mit Wassergehalt > 1 %	DIN EN 14346 (02/2002) (03/2007)	Gravimetrie-Verfahren A: Bestimmung bei 105 ± 3 °C; Verfahren B: Direkte Karl- Fischer-Titration	A: feste Abfälle; B: flüssige Abfälle (azeotrope Gemische); Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 15934</b>	DepV LAGA M20 HBU FM-BA FMA
<b>5</b>	Glühverlust des Trockenrückstandes der Originalsub- stanz		DIN EN 13039 (02/2000) (01/2012)	Gravimetrie		<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 15169</b>	BioAbfV FMA HBU
<b>6</b>	Bestimmung der Trockensubstanz und des Wasser- gehaltes	Boden	DIN ISO 11465 (12/1996)	Thermische Behandlung bei 105 ± 5 °C	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN EN 15934		VersatzV BBodSchV FM-BA HBU LAGA M20
<b>7</b>	Glühverlust der Trockenmasse	Schlämme, Schlamm- produkte	DIN EN 12879 (02/2004)	Thermische Behandlung bei 550 ± 25 °C; Differenzwägung	Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN EN 15935		FMA
<b>8</b>	elektrische Leit- fähigkeit	Bodenmaterial	DIN ISO 11265 (06/1997)	Aufschlammung mit Wasser; s/l = 1:5	ersetzt DIN 19684-11		HBU
<b>9</b>	elektrische Leit- fähigkeit (Salzgehalt)	Bodenverbesserungsmittel, Kultursubstrate	DIN EN 13038 (02/2000) (01/2012)	Vorsiebung 20 mm oder 40 mm; Suspendierung/ Filtrierung; Lf- Bestimmung in wässrigem Extrakt	Vorsiebung: A: < 20 mm B: < 40 mm	<b>Forum-AU</b>	BioAbfV FMA HBU
<b>10</b>	Salzgehalt		VDLUF- Methodenbuch Bd. I, A 10.1.1		Anwendung im Bodenbereich der BioAbfV		HBU

## II.4.2 Eluate, Perkolate, Wässer

Tab.II.4.2 Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	pH-Wert	Eluate	DIN 38404-5 (01/1984) (07/2009)	Elektrometrisch (Glaselektrode)	pH3 - pH10; I = 0,3 mol/kg; T = 0 – 50 °C; L = 20000 mS/m; zurückgezogene Norm; wurde ersetzt durch DIN EN ISO 10523	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 10523</b>	VersatzV HBU FMA LAGA M20
	pH-Wert	Eluate	DIN EN ISO 10523 (04/2012)	Elektrometrisch (Glaselektrode)	benennt Störeinflüsse bei Messungen; obligatori- scher Parameter gemäß FM-BA	<b>FBU, Forum-AU</b>	DepV FM-BA HBU
2	Elektrische Leitfähigkeit	Wasser	DIN EN 27888 (11/1993)	Summe der ionischen Bestandteile	ersetzt DIN 38404-8; obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	<b>FBU, Forum-AU</b>	VersatzV DepV FMA HBU FM-BA LAGA M20
3	Trübung	Wasser	DIN EN ISO 7027 (04/2000)	Durchlichtmessung an zy- lindrischer Küvette	Störung durch gefärbte Lösungen; Alternative: Messung > 800 nm, FNU- Messung, 0-40 FNU oder 40-400 FAU; ersetzt DIN EN 27027; obligatorischer Parameter gemäß FM- BA; Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 7027-1</b>	FM-BA LAGA M20
	Trübung	Wasser	DIN EN ISO 7027-1 (11/2016)	Quantitative Trübungsmes- sung im Durchlichtigkeitszy- linder		<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU

Tab.II.4.2 Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
4	Färbung	Wasser	DIN EN ISO 7887 (10/1994) (04/2012)	Messung der Extinktion bei: 436 nm, 525 nm, 620 nm			FM-BA HBU LAGA M20
5	Geruch	Alle Wässer	DEV B 1/2 (1971)		obligatorischer Parameter gemäß FM-BA		FM-BA
6	Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	gelöste Feststoffe in Wässern und Eluaten > 200 mg/l	DIN EN 15216 (01/2008)	Bestimmung des Gesamtgehaltes an gelösten Feststoffen in Wässern und Eluaten			DepV FMA HBU
	Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	alle Wässer	DIN 38409-1 (01/1987)	Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes, des Filtratrückstandes und des Glührückstandes			VersatzV DepV FMA HBU
7	Abfiltrierbare Stoffe	alle Wässer	DIN 38409-2 (03/1987)	abfiltrierbare Stoffe	fälschlicherweise in der Deponieverordnung zitiert, in dieser Norm werden die abfiltrierbaren Stoffe bestimmt; Filtration sofort nach „Probenahme“; Ersatz für DIN 38409-2; verschiedene Filter zugelassen, es sollte aber nur der definierte Membranfilter mit 0,45 µm Porendurchmesser verwendet werden	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN 38409-1 (für Gesamtgehalt gelöster Feststoffe)</b>	DepV FMA
8	Suspendierte Stoffe	Sickerwasser, Abwasser, Rohwasser	DIN EN 872	Bestimmung suspendierter Stoffe durch Abtrennung mittels Glasfaserfilter	UAG 2 mg/l; im Vergleich zur DIN 38409-2 sind Qualitätskriterien definiert und nur ein Filter zugelassen		

Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen veralteten Stand.  
Bitte Hinweis auf dem Deckblatt beachten. Die aktuelle Version 3.0 ist auf der Internetseite der LAGA und des FBU abrufbar.

Tab.II.4.2 Eluate, Perkolate, Wässer

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
9	Sauerstoffgehalt	alle Wässer	DIN EN 25814 (11/1992)	elektrochem. Verfahren	Norm wurde zurückgezogen; obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 17289</b>	FM-BA
	Sauerstoffgehalt	alle Wässer	DIN ISO 17289 (12/2014)	optisches Verfahren	einfachere Handhabung	<b>FBU</b>	
	Sauerstoffgehalt	alle Wässer	DIN EN ISO 5814 (02/2013)	elektrochem. Verfahren	Membran muss vor der Messung kontrolliert werden		HBU
10	Temperatur	alle Wässer	DIN 38404-4 (12/1976)		obligatorischer Parameter gemäß FM-BA		FM-BA
11	Redoxspannung	alle Wässer	DIN 38404-6 (05/1984)	elektrochem. Verfahren; Durchflussmesszelle	obligatorischer Parameter gemäß FM-BA	<b>FBU</b>	FM-BA

## **II.5            Physikalische Parameter**

Hinweise zur Ermittlung der Entzündlichkeit von Abfällen gemäß AVV finden sich im Anhang III A.4 der Methodensammlung Feststoffuntersuchung.



## II.5.1 Physikalische Parameter Feststoffe

Tab.II.5.1 Physikalische Parameter Feststoffe

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Brenn- und Heizwert	Bestimmung des Brenn- und Heizwertes in Schlämmen	DIN EN 15170 (11/2006) (05/2009)	Brennwertbestimmung im Kalorimeter; Berechnung des Heizwertes	Validiertes Verfahren	<b>Forum-AU</b>	DepV FMA
2	Korngrößenverteilung		DIN 18123 (04/2011)	Siebung; Pipettverfahren; Aerometer	veraltete bzw. zurückgezogene Norm; wurde ersetzt durch DIN EN ISO 17892-4; Anwendung im Bodenbereich der AbfKlärV, BioAbfV		HBU FM-BA
3	Dichte	Untersuchung von Bodenproben	DIN 18125-2 (03/2011)		ersetzt DIN 18125-2		DepV HBU FMA
4	Rohdichte	Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau	DIN 19683-12 (04/1973)		Norm zurückgezogen		HBU BBodSchV
5	Entzündlichkeit im Kontakt mit Wasser	Abfall	Verfahren siehe Anhang III A.4		Feststellen des Gefährlichkeitskriteriums nach AVV	<b>Forum-AU</b>	
6	Trockenrohichte	Bodenuntersuchung	DIN ISO 11272 (01/1994) (01/2001) (06/2014) (07/2017)		Ersatz für DIN ISO 11272	<b>FBU</b>	BBodSchV FM-BA HBU
7	Partikelgrößenverteilung	Bodenuntersuchung	E-DIN ISO 11277 (06/1994)	Pipettanalyse oder Aräometermethode	wurde ersetzt durch DIN ISO 11277	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 11277</b>	BBodSchV HBU

Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen veralteten Stand.  
Bitte Hinweis auf dem Deckblatt beachten. Die aktuelle Version 3.0 ist auf der Internetseite der LAGA und des FBU abrufbar.

Tab.II.5.1 Physikalische Parameter Feststoffe

Lfd. Nr.	Parameter	Anwendungsbereich	Verfahren	Kurzbeschreibung	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
8	Partikelgrößenverteilung	Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau	DIN 19683-2 (04/1997)	Pipettanalyse	Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 11277</b>	BBodSchV HBU
9	Partikelgrößenverteilung	Baugrund	DIN 18123 (11/1996)	Aräometermethode	zurückgezogen; veraltete Norm	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN ISO 11277</b>	BBodSchV FM-BA HBU
10	Partikelgrößenverteilung	Bodenuntersuchung	DIN ISO 11277 (08/2002)	Pipettanalyse oder Aräometermethode		<b>FBU</b>	FM-BA HBU

## **II.6 Anorganische Analytik**

### **II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)**

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.

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.

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

Beide Verfahren sind aus Gründen der Belastbarkeit der Ergebnisse den AAS-Verfahren vorzuziehen.

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
1	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	0,1 mg/l	< 2 mg/kg	ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU FM-BA
	Antimon	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU
	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg	Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU FM-BA
	Antimon	Wasser, Schlamm, Sediment	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,1 mg/l	3 mg/kg	ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171); Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU
	Antimon	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 20280 (05/2010)	AAS-GR/-Hydrid			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	HBU FM-BA
	Antimon	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU
2	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS	0,001 mg/l	< 0,1 mg/kg	Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU FM-BA AbfKlärV FMA
	Arsen	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU AbfKlärV FMA

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES			für Arsen sowohl ICP-MS als auch ICP-OES möglich	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU FM-BA FMA
	Arsen	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 20280 (05/2010)	ET-AAS / Hybrid			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)		HBU FM-BA
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	AAS-Hybrid	0,001 mg/l	< 1 mg/kg	hohe Matrixabhängigkeit, für Abfälle <b>nicht</b> zu empfehlen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	VersatzV BBodSchV AltholzV FMA LAGA M20
	Arsen	Boden, Bioabfall, Schlamm	Königswasserextrakt	E-DIN ISO 17378-2 ( <del>01/2017</del> )	AAS-Hybrid			Normentwurf zurückgezogen; ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	
	Arsen	Wasser, Schlamm, Sediment, Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	ICP-OES			Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		BBodSchV HBU AbfKlärV FMA LAGA M20
	Arsen	Boden, Schlamm	Königswasserextrakt	CEN/TS 16172 ( <del>07/2013</del> )	AAS			Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Arsen	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES			für Arsen sowohl ICP-MS als auch ICP-OES möglich	<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	ET-AAS / Flamme			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	BBodSchV FMA LAGA M20

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
3	Barium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES		< 2	ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	
	Barium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS	0,003 mg/l	< 1	Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU
	Barium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES	0,004 mg/l	< 1	Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU
4	Blei	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 <del>(04/1998)</del> (09/2009)	ICP-OES	0,2 mg/l	10	Aufschlussnormen für AltholzV veraltet; ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171); Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		VersatzV BBodSchV HBU BioAbfV FMA DepV LAGA M20 AltholzV AbfKlärV
	Blei	Abfall	Königswasserextrakt	DIN 38406-6 (07/1998) Teil 2	ET-AAS			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	AltholzV BioAbfV FMA HBU
	Blei	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS			Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		BioAbfV FMA FM-BA DepV AbfKlärV HBU

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Blei	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Blei	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) ( <del>05/1998</del> ) (05/2003)	ET-AAS / Flamme			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171); Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	<b>solte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	BBodSchV VersatzV BioAbf AbfKlärV AltholzV FMA LAGA M20 FM-BA HBU
	Blei	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Blei	Boden, Schlamm	Königswasserextrakt	CEN/TS 16172 ( <del>07/2013</del> )	AAS			Norm zurückgezogen	<b>solte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Blei	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	< 0,01 mg/l	< 1	ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	DepV HBU FM-BA AbfKlärV FMA

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
5	Cadmium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	ICP-OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg	Aufschlussnormen für AltholzV veraltet; ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171); Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		VersatzV DepV BBodSchV HBU AltholzV BioAbfV FMA LAGA M20 AbfKlärV
	Cadmium	Wasser, Schlamm, Sediment, Boden, Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 ( <del>02/2005</del> ) (01/2017)	ICP-MS	0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg	Aufschlussnorm für BBodSchV ersatzlos zurückgezogen; Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		HBU BioAbfV DepV AbfKlärV FMA FM-BA
	Cadmium	Boden, Bioabfall, Kompost	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Cadmium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 5961 (05/1995)	ET-AAS	0,3 µg/l	< 0,1 mg/kg	Aufschlussnorm veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	HBU BioAbfV FMA AltholzV
	Cadmium	Abfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	< 0,01 mg/l	< 1	ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	DepV HBU FM-BA FMA AbfKlärV



Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Cadmium	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 <del>(06/1995)</del> (05/2003)	ET-AAS / Flamme			Aufschlussnorm veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich; Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit; ICP-MS Verfahren favori- sieren (DIN EN 16171)	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	VersatzV BBodSchV HBU FM-BA AltholzV FMA LAGA M20 BioAbfV AbfKlärV
	Cadmium	Boden, Schlamm	Königswasserextrakt	CEN/TS 16172 <del>(07/2013)</del>	AAS			Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Cadmium	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES			ICP-MS Verfahren favori- sieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
6	Chrom	Wasser, Schlamm, Sediment, Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS	0,005 mg/l	< 0,2 mg/kg	Es handelt sich um eine Wassernorm, das Mess- verfahren ist aber auch auf andere Matrices anwend- bar.		HBU DepV FM-BA FMA BioAbfV AbfKlärV
	Chrom	Wasser, Schlamm, Sediment, Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	0,005 mg/l	< 0,2 mg/kg	ICP-MS Verfahren favori- sieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU FM-BA DepV AbfKlärV FMA

Bei der Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2.0 handelt es sich um einen veralteten Stand.  
Bitte Hinweis auf dem Deckblatt beachten. Die aktuelle Version 3.0 ist auf der Internetseite der LAGA und des FBU abrufbar.

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Chrom	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 ( <del>04/1998</del> ) (09/2009)	ICP-OES	0,01 mg/l	3 mg/kg	Aufschlussnorm für Abf-KlärV und AltholzV veraltet; ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171); Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		VersatzV DepV AbfKlärV BBodSchV HBU AltholzV FMA LAGA M20 BioAbfV
	Chrom	Boden, Schlamm	Königswasserextrakt	CEN/TS 16172 ( <del>07/2013</del> )	AAS			Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	FMA HBU
	Chrom	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU
	Chrom	Abfall	Königswasserextrakt	DIN EN 1233 (08/1996)	ET-AAS	0,004 mg/l	< 1 mg/kg	Aufschlussnorm für Abf-KlärV und AltholzV veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	BioAbfV FMA AltholzV HBU
	Chrom	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES			ICP-MS Verfahren favorisieren (DIN EN 16171)	<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Chrom	Abfall	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 ( <del>06/1995</del> ) (05/2003)	ET-AAS / Flamme			Aufschlussnorm für Bio- AbfV und AltholzV veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich; ICP-MS Verfahren favori- sieren (DIN EN 16171)	<b>solite ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	VersatzV BBodSchV HBU FM-BA BioAbfV AltholzV FMA LAGA M20 AbfKlärV
7	Chrom (VI)	Abfall, Boden	Mahlen < 250 µm; Heißextraktion mittels NaOH und Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	DIN EN 15192 (02/2007)	Direkte Pho- tometrie oder Nach- säu- lenderivati- sierung mit 1,5 Diphe- nylcarbazid nach alkali- schem Auf- schluss und Ionenchro- mato- graphie		0,1 mg/kg		<b>FBU, Forum-AU</b>	HBU FM-BA FMA HBU

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Chrom (VI)	Düngemittel, Kalkdünger	Alkalischer Heißeextrakt oder Wasserextraktion	DIN EN 16318 (07/2016)	Verfahren A: Bestimmung von Chromat nach Wasserextraktion durch Photometrie und Verfahren B: Bestimmung von Chromat durch alkalischen Aufschluss und Ionenchromatographie und spektrometrischer Detektion		1 mg/kg [A] 0,1 mg/kg [B]	Methode B ist empfindlicher als Methode A; ausschließlich das Verfahren B gewährleistet eine selektive CrVI-Bestimmung; CrVI ist nur im alkalischen Milieu stabil (Reduktion zu CrIII); Verfahren A gewährleistet dies nicht bzw. sind weitere Matrixeffekte aufgrund der Photometrie zu erwarten, deshalb ist die Chrom-VI-Analytik aus alkalischem Heißeextrakt durchzuführen		AbfKlärV FMA HBU
	Chrom (VI)	Wässer	Alkalischer Heißeextrakt nach DIN EN 16318 oder DIN EN 15192	DIN EN ISO 17294-2 (01/2017)	ICP-MS			Norm beschreibt nur die ICP-MS Messtechnik; Anstelle der Nachsäulenderivatisierung mit 1,5 Diphenylcarbazid kann nach ionenchromatographischer Trennung gemäß DIN 10304-3 auch die CrVI-Bestimmung durch Kopplung mit ICP-MS-Detektion auf Basis der DIN EN ISO 17294-2 erfolgen		FMA

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Chrom (VI)	Boden		DIN 19734 (01/1999)	Photometrie nach Extraktion mit Pufferlösung		0,2 mg/kg	Methode liefert fehlerhafte Cr(VI)-Ergebnisse in Anwesenheit von Huminstoffen; Norm zurückgezogen; wurde ersetzt durch DIN EN 15192	<b>solte ersetzt werden durch: DIN EN 15192</b>	HBU BBodSchV
8	Cyanid, gesamt	Abfall		LAGA-Richtlinie CN 2/79 ( <del>42/1983</del> )			0,1 mg/kg	mangelnde Differenzierung zu Cyanid, leicht freisetzbar; Verfahren wurde zurückgezogen	<b>solte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 17380</b>	LAGA M20
	Cyanid, gesamt	Boden		E-DIN ISO 11780 (11/2002)				falsch zitierte Norm	<b>solte ersetzt werden durch: DIN EN ISO 17380</b>	LAGA M20 <sup>15</sup>
	Cyanid, gesamt und leicht freisetzbar	Boden		DIN EN ISO 17380 ( <del>05/2006</del> ) (10/2013)	Extraktion mit Natronlauge, kontinuierliche Fließanalyse				<b>FBU, Forum-AU</b>	FM-BA HBU
	Cyanid, gesamt	Boden		DIN ISO 11262 ( <del>06/1995</del> ) (04/2012)	Photometrie, Titrimetrie		0,5 mg/kg (Photom.) 10 mg/kg (Titrim.)			VersatzV HBU FM-BA
9	Eisen	Bioabfall, Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16170 (01/2017)	ICP-OES				<b>FBU, Fourm-AU</b>	AbfKlärV FMA HBU

<sup>15</sup> In Teil III Probenahme und Analytik der LAGA M20 wurde die E-DIN ISO 11780 (11/2002) fälschlicherweise zitiert; hier sollte die DIN EN ISO 17380 Anwendung finden.

Tab.II.6.1 Anorganische Analytik Feststoffe (einschließlich ölhaltiger Abfälle)

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenzen/ Bemerkungen	Fachliche Beurteilung	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in:)
	Eisen	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 17294-2 <del>(02/2005)</del> (01/2017)	ICP-MS			Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		AbfklärV FMA
	Eisen	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES			Es handelt sich um eine Wassernorm, das Messverfahren ist aber auch auf andere Matrices anwendbar.		AbfklärV FMA
	Eisen	Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 11047 (05/2003)	ET-AAS/-Flamme				<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	FMA
	Eisen	Boden, Schlamm	Königswasserextrakt	CEN/TS 16172 <del>(07/2013)</del>	AAS			Norm zurückgezogen	<b>sollte ersetzt werden durch: DIN EN 16171</b>	FMA HBU
	Eisen	Boden	Königswasserextrakt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES				<b>FBU, Forum-AU</b>	FMA
	Eisen	Boden	Königswasserextrakt	DIN EN 16171 (01/2017)	ICP-MS				<b>FBU, Forum-AU</b>	AbfklärV FMA HBU
<b>10</b>	Halogene (Cl, Br)	Flüssiger 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)	Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen				<b>Forum-AU</b>	AltöIV







































































































































































































































































































































































































































































































