

## **Fachmodul Boden und Altlasten**

### **Bereichsspezifische Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten**

## 1 Vorbemerkungen

Das Bundes-Bodenschutzgesetz fordert im §18, dass Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen, die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen müssen.

Derartige Untersuchungsstellen müssen vor einer Notifizierung ihre Kompetenz nachgewiesen haben. Dies bedeutet, dass die im Folgenden ausgeführten Anforderungen an die Sachkunde, Zuverlässigkeit und die gerätetechnische Ausstattung erfüllt sein müssen.

Die Kompetenzüberprüfung für alle Untersuchungsbereiche kann im Rahmen eines Akkreditierungsverfahrens durch evaluierte Akkreditierungssysteme oder im Rahmen eines Notifizierungsverfahrens durch die vom Land benannte Stelle erfolgen.

Legt eine Untersuchungsstelle eine Akkreditierung unter Einbeziehung dieses fachlichen Moduls vor, so ist diese auf Antrag für die Notifizierung zu berücksichtigen, soweit diese gültig, vollständig und für die Untersuchungsaufgabe anwendbar ist.

## 2 Untersuchungsbereiche

Ausgehend von der Vielzahl der Untersuchungsverfahren von Boden, Bodenmaterialien und sonstigen Materialien und betroffenen Matrices bei der Untersuchung auf schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten sowie der damit verbundenen unterschiedlichen Geräteausrüstung werden die folgenden Untersuchungsbereiche unterschieden (Anhang 1):

- Untersuchungsbereich 1: Feststoffe, anorganische Parameter
- Untersuchungsbereich 2: Feststoffe, organische Parameter
- Untersuchungsbereich 3: Feststoffe, Dioxine und Furane
- Untersuchungsbereich 4: Grund-, Sicker-, Oberflächenwasser
- Untersuchungsbereich 5: Bodenluft und Deponiegas
- Untersuchungsbereich 6: Trockene und nasse Deposition
- Untersuchungsbereich 7: Waldbodenuntersuchungen
- Untersuchungsbereich 8: Untersuchungen zur Beurteilung der terrestrischen Ökotoxizität von Schadstoffen

Die Probennahme einschließlich der Vor-Ort Bestimmungen bildet keinen eigenständigen Untersuchungsbereich, sondern ist entweder an die Untersuchungsbereiche 1 - 8 oder an die Notifizierung eines Sachverständigen<sup>1</sup> nach §18 BBodSchG, der Aufgaben als Untersuchungsstelle wahrnimmt, gebunden.

Auf Antrag eines zugelassenen Sachverständigen nach § 18 BBodSchG kann die Notifizierung als Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG auf die Probennahme beschränkt werden.

Die Notifizierung der Untersuchungsstelle kann ausnahmsweise auch ohne die Probenahme und Vor-Ort-Bestimmungen erfolgen. Diese Tatsache ist in der Veröffentlichung der Notifizierung bekannt zu geben und auf dem Deckblatt der Notifizierungsurkunde deutlich herauszustellen.

---

<sup>1</sup> Siehe Nr. 6 „Wahrnehmung von Untersuchungsaufgaben“ des Merkblattes über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG vom 15.12.1999

### **3 Kompetenzfeststellung und -nachweis**

Die von der zuständigen Behörde notifizierte(n) Untersuchungsstellen müssen bei der Durchführung der Untersuchung die personellen und materiellen Anforderungen nach DIN EN ISO 17025 und zusätzlich die im weiteren aufgeführten Spezifikationen (Nr. 4 bis Nr. 9) zur Analytischen Qualitätssicherung (AQS) erfüllen.

### **4 Anforderungen an das Personal**

Die Untersuchungsstelle muss von einer Person hauptberuflich und verantwortlich geleitet werden, die folgende Qualifikation besitzt:

Der Leiter einer Untersuchungsstelle muss

- a) für die Untersuchungsbereiche 1 bis 8 und in Verbindung damit für die Probenahme oder für die Probennahme in Verbindung mit einer amtlichen Zulassung als Sachverständiger nach § 18 BBodSchG ein abgeschlossenes Hochschulstudium (Universität, Gesamthochschule, Fachhochschule) der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften mit geeigneten Studienschwerpunkten oder eine gleichwertige Qualifikation,

und

- b) eine mindestens dreijährige hauptberufliche Praxis auf dem Gebiet der entsprechenden Untersuchungsbereiche 1 bis 8 oder eine mindestens dreijährige Praxis auf dem Gebiet der Probennahme nach Nr. 5,

und

- c) Kenntnisse der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sowie Normen,

und

- d) besondere Kenntnisse über Umstände der Probennahme nach Nr. 5 und Analytik (Untersuchungsbereiche 1 - 8), die bei der Beurteilung von Untersuchungsergebnissen zu berücksichtigen und zusammen mit den Messergebnissen anzugeben sind,

nachweisen.

Für die Leitung einer Untersuchungsstelle muss eine qualifizierte Vertretung vorhanden sein. Die Leitung der Untersuchungsstelle oder deren Vertretung muss ganzzeitig und hauptberuflich wahrgenommen werden.

Zur Durchführung der Laboranalysen ist entsprechend ausgebildetes Personal der Fachrichtungen Chemie in ausreichender Zahl einzusetzen. Für die Probennahme vor Ort sind Personen zu beschäftigen, für die auf Grund entsprechender Aus- bzw. Fortbildung und ausreichender Berufserfahrung Kompetenz bei der Probennahme dokumentiert werden kann.

Es muss sichergestellt sein, dass Schulungen für das gesamte Personal regelmäßig und aktuell durchgeführt werden. Hierüber sind entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

## **5 Probennahme**

Der Anhang 1 (Untersuchungsbereiche 1 – 8) enthält den Mindestumfang an Probennahmeverfahren und die zu beachtenden Probennahmeverfahren. Dabei sind Probennahme, Probenaufbereitung und Analysen sowie Plausibilitätskontrolle und Dokumentation auf die Anforderungen im Einzelfall abzustimmen. Soweit auf Antrag eines Sachverständigen nach § 18 BBodSchG die Notifizierung als Untersuchungsstelle auf die Probennahme beschränkt wird, kann dies für die Probennahme der einzelnen Untersuchungsbereiche getrennt erfolgen.

## **6 Nachweis von Kenntnissen für die Untersuchungsbereiche**

Je nach beantragtem Untersuchungsbereich sind alle im jeweiligen Teil des Anhangs 1 (Untersuchungsbereiche 1 – 8) aufgeführten Untersuchungsparameter nach den angegebenen Untersuchungsverfahren von der Untersuchungsstelle nachweislich zu beherrschen und routinemäßig anzuwenden. Ausnahmen von dieser Regelung können im Einzelfall ausschließlich auf Grund landesrechtlicher Vorgaben von der notifizierenden Stelle erteilt werden. Bei der Angabe von mehreren Untersuchungsverfahren ist das Vorhalten mindestens einer Methode nachzuweisen.

Die Notifizierungsbehörde kann andere Untersuchungsverfahren akzeptieren, deren Gleichwertigkeit nach DIN 38405 Teil 71 nachgewiesen wurde.

Kenntnisse der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind nachzuweisen.

## **7 Anforderungen an die gerätetechnische Ausstattung und die Infrastruktur**

Die gerätetechnische Ausstattung muss den Erfordernissen des einzelnen Untersuchungsbereichs entsprechen. Die Mindestausstattung, insbesondere auch für die Probennahme, ergibt sich aus dem Anhang 2 und aus den Zusammenstellungen der Untersuchungsverfahren. Alle Einrichtungen sind ordnungsgemäß zu warten, hierüber sind entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

Die örtliche Lage, die baulichen, räumlichen Voraussetzungen sowie die haustechnische und labormäßige Ausstattung der Untersuchungsstelle müssen eine gesicherte und störungsfreie Untersuchung gewährleisten.

## **8 Interne Qualitätssicherung**

Die interne Qualitätssicherung in der Untersuchungsstelle ist integraler Bestandteil der gesamten Untersuchungsverfahren und soll regelmäßig (z.B. arbeitstäglich) durchgeführt werden. Alle angewandten Maßnahmen dienen der Erkennung, Beseitigung und Vermeidung von Fehlern.

Alle Qualitätssicherungsschritte sind in einem Qualitätssicherungsprogramm festzulegen, das die gesamte Untersuchung umfassen muss. Je nach Art der Matrixzusammensetzung müssen dabei spezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen entwickelt werden. Die Untersuchungsergebnisse (incl. Rohdaten) sind zu dokumentieren und wie die Aufzeichnungen der AQS-Maßnahmen mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

Die Leitung der Untersuchungsstelle benennt einen oder mehrere Mitarbeiter, die für die Qualitätssicherung verantwortlich sind.

Bei der Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung sind die AQS-Merkblätter der LAWA<sup>2</sup> zur Qualitätssicherung zu beachten. Bei anderen Untersuchungen sind die inhaltlichen Anforderungen soweit möglich entsprechend anzuwenden.

---

<sup>2</sup> AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 1991

Diese Merkblätter enthalten u. a. detaillierte Angaben zur

- Auswahl der Qualitätssicherungsmaßnahmen,
- vorbereitenden Qualitätssicherung,
- Auswertung und Dokumentation sowie
- Arbeitsvorschriften und -anweisungen.

## **9 Externe Qualitätssicherung**

Der externen Qualitätssicherung dienen vor allem Ringversuche und die Laborüberprüfung sowie die Überprüfung der Probennahme und der Vor-Ort-Untersuchung.

Die notifizierte Untersuchungsstellen sind verpflichtet, an den von der Notifizierungsbehörde festgesetzten Ringversuchen teilzunehmen. Die Verpflichtung besteht nur für die Parameter, für die eine Notifizierung ausgesprochen wurde.

Laborüberprüfung sowie die Überprüfung der Probennahme werden nach Maßgabe des Merkblattes<sup>3</sup> durchgeführt.

## **10 Durchführung des Untersuchungsauftrags**

Die Untersuchungsstelle hat die Untersuchung nach den beauftragten Verfahren selbst durchzuführen. Untervergabe kann in Ausnahmefällen nur an eine ebenfalls für diese Aufgaben notifizierte Stelle erfolgen, die im jeweiligen Untersuchungsbericht genannt sein muss. Untersuchungsergebnisse aus Unterauftragsvergaben sind kenntlich zu machen.

---

<sup>3</sup> Merkblatt für die Notifizierung von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten vom 12. September 2000

# Anhang 1

## Mindestumfang

Probennahme, Untersuchungsparameter und Methoden  
für die Zulassung von Untersuchungsstellen



### Untersuchungsbereich 1: Feststoffe, anorganische Parameter

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise  | Methode   |
|---|--|---|
| <b>Probennahme</b>  |  |   |
| Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten    | Handbohrungen  | DIN 19761 Blatt 1; 1964   |
|   | Rammkernsondierung   | EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6;<br>02.96<br>DIN 4021, 10.90   |
|   | Proben in ungestörter Lagerung   | EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3;<br>02.96<br>DIN 19672, Teil 1; 1968  |
| Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten | -  | EDIN ISO 10381-4; 02.96<br>Bodenkundliche Kartieranleitung<br>4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996,<br>VDLUFA-Methodenhandbuch<br>Band1 |
| Arbeitssicherheit bei der Probennahme   |  | EDIN ISO 10381-3; 02.96<br>ZH 1/183: 1997   |
| <b>Vor-Ort</b>  |  |   |
| Korngrößenverteilung  | Fingerprobe im Gelände *   | Bodenkundliche Kartieranleitung<br>4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996<br><br>DIN 19682-2: 04.97                                       |
| <b>Labor</b>  |  |   |
| Probenvorbehandlung, Probenvorbereitung   |  | DIN ISO 11464; 12.96  |
| Trockenmasse  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben                                       | DIN ISO 11465; 12.96  |
| Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung          | luftgetrocknete Bodenproben  | DIN ISO 10694; 08.96  |
| pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c(CaCl <sub>2</sub> ):<br>0,01 mol/l | DIN ISO 10390; 05.97  |
| Korngrößenverteilung  | 1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse  | EDIN ISO 11277; 06.94<br>DIN 19683-2; 04.97   |
|   | 2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode  | DIN 18123; 11.96<br>EDIN ISO 11277; 06.94   |

\* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.

| Untersuchungsparameter | Verfahrensweise  | Methode  |
|------------------------|--|--|
| Rohdichte              | Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen | EDIN ISO 11272; 01.94<br><br>DIN 19683-12; 04.73   |
| Königswasserextrakt    | aus aufgemahlten Proben (Korngröße < 150 µm)                                 | DIN ISO 11466; 06.97   |
| Ammoniumnitratextrakt  |  | DIN 19730; 06.97   |
| Arsen (As)             | Extraktion mit Königswasser  | ICP – AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP – MS<br>DIN 38406-29 ; 05.99<br>ET – AAS<br>in Analogie zu<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>Hydrid AAS<br>DIN EN ISO 11969; 11.96 |
| Cadmium (Cd)           | Extraktion mit Königswasser  | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP – AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP – MS<br>DIN 38406-29 ; 05.99   |
| Chrom (gesamt)         | Extraktion mit Königswasser  | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP – AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP – MS<br>DIN 38406-29 ; 05.99   |
| Chrom (VI)             | Extraktion mit phosphatgepufferter Aluminiumsulfatlösung                     | Spektralfotometrie<br>DIN 19737; 01.99   |
| Kupfer (Cu)            | Extraktion mit Königswasser  | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP – AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP – MS<br>DIN 38406-29; 05.99  |
| Nickel (Ni)            | Extraktion mit Königswasser  | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP – AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP – MS<br>DIN 38406-29; 05.99  |

| Untersuchungsparameter | Verfahrensweise   | Methode   |
|------------------------|---|---|
| Blei (Pb)              | Extraktion mit Königswasser   | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP - AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS<br>DIN 38406-29; 05.99 |
| Thallium (Tl)          | AAS<br>ICP-AES (ICP-MS möglich)   | E DIN ISO 11047: 06.95<br>DIN EN ISO 11885: 04.98   |
| Quecksilber (Hg)       | AAS – Kaltdampftechnik<br>Extraktion mit Königswasser<br>Trocknungstemperatur darf 40°C nicht überschreiten | DIN EN 1483; 08.97<br>Reduktion mit Sn(II)-chlorid oder NaBH <sub>4</sub>                               |
| Zink (Zn)              | Extraktion mit Königswasser   | AAS<br>EDIN ISO 11047; 06.95<br>ICP - AES<br>DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS<br>DIN 38406-29; 05.99 |
| Cyanide                |   | EDIN ISO 11262; 06.94   |

## Untersuchungsbereich 2: Feststoffe, organische Parameter

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise   | Methode  |
|---|---|--|
| <b>Probennahme</b>  |   |  |
| Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten    | Handbohrungen   | DIN 19761 Blatt 1; 1964  |
|   | Rammkernsondierung  | EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6; 02.96<br>DIN 4021, 10.90   |
|   | Proben in ungestörter Lagerung  | EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3; 02.96<br>DIN 19672, Teil 1; 1968  |
| Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten | -   | EDIN ISO 10381-4; 02.96<br>Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, VDLUFA-Methodenhandbuch Band1 |
| Arbeitssicherheit bei der Probennahme   |   | EDIN ISO 10381-3; 02.96<br>ZH 1/183: 1997  |
| <b>Vor-Ort</b>  |   |  |
| Korngrößenverteilung  | Fingerprobe im Gelände *  | Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, EDIN 19582-2; 05.95                                      |
| <b>Labor</b>  |   |  |
| Pobenbehandlung, Probenvorbereitung   |   | E DIN ISO 14507; 02.96   |
| Trockenmasse  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben (parallel)                         | DIN ISO 11465; 12.96   |
| Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung          | luftgetrocknete Bodenproben   | DIN ISO 10894; 08.96   |
| pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c(CaCl <sub>2</sub> ): 0,01 mol/l | DIN ISO 10390; 05.97   |
| Korngrößenverteilung  | 1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse                                       | EDIN ISO 11277; 06.94<br>DIN 19683-2; 04.97  |
|   | 2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode                                     | DIN 18123; 11.96<br>EDIN ISO 11277; 06.94  |

- \* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise  | Methode   |
|---|--|---|
| Rohdichte   | Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen   | EDIN ISO 11272; 01.94<br><br>DIN 19683; 04.73   |
| Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)<br><br>16 PAK (EPA)<br><br>Benzo(a)pyren<br><br><i>Hinweis:<br/>Acenaphthylen kann nicht mittels Fluoreszenzdetektor bestimmt werden</i> | 1) Soxhlet-Extraktion mit Aceton/Toluol oder Aceton/ Cyclohexan,<br>chromatographisches Clean-up<br><br>2) Extraktion mit Tetrahydrofuran oder Acetonitril<br><br>3) Extraktion mit Aceton, Zugabe von Petrolether, Entfernung des Acetons, chromatographische Reinigung des Petroletherextrakts, Aufnahme in Acetonitril<br><br>4) Extraktion mit einem Wasser/Aceton/Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl | GC - MS<br>Merkblatt Nr.1 des LUA NRW, 1994<br><br>HPLC-UV/DAD/F*<br>Merkblatt Nr. 1 des LUA - NRW, 1994*<br>HPLC - UV/F<br>EDIN ISO 13877, 06.95<br><br>GC - MS, HPLC - UV/DAD/F<br><br>VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.3.1<br>Handbuch Altlasten Bd. 7, LfU Hessen |
| Hexachlorbenzol   | Extraktion mit Aceton/ Cyclohexan-Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons  | GC - ECD, GC - MS<br>EDIN ISO 10382; 02.98  |
| Pentachlorphenol  | Soxhlet-Extraktion mit Heptan oder Aceton/Heptan (50:50); Derivatisierung mit Essigsäureanhydrid   | GC - ECD, GC - MS<br>EDIN ISO 14154; 10.97  |
| Aldrin, DDT, HCH-Gemisch  | 1) Extraktion mit Petrolether oder Aceton/Petrolether-Gemisch, chromatographische Reinigung<br><br>2) Extraktion mit Wasser/ Aceton/Petrolether-Gemisch  | GC - ECD, GC - MS<br>EDIN ISO 10382; 02.98<br><br>GC - ECD, GC - MS<br>VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.2   |

| Untersuchungsparameter | Verfahrensweise   | Methode  |
|------------------------|---|--|
| PCB                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Extraktion mit Heptan oder Aceton/Petrolether, chromatographische Reinigung</li> <li>2. Soxhlet-Extraktion mit Heptan, Hexan oder Pentan, chromatographische Reinigung an AgNO<sub>3</sub>/ Kieselgelsäule</li> <li>3. Extraktion mit einem Wasser/Aceton/ Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl</li> </ol> | <p>E DIN ISO 10382: 02.98</p> <p>DIN 38414-20: 01.96</p> <p>VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.2</p> |

### Untersuchungsbereich 3: Feststoffe, Dioxine und Furane

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise  | Methode  |
|---|--|--|
| <b>Probennahme</b>  |  |  |
| Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten    | Handbohrungen  | DIN 19761 Blatt 1; 1964  |
|   | Rammkernsondierung   | EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6; 02.96<br>DIN 4021; 10.90   |
|   | Proben in ungestörter Lagerung   | EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3; 02.96<br>DIN 19672, Teil 1; 1968  |
| Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten | -  | EDIN ISO 10381-4; 02.96<br>Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, VDLUFA-Methodenhandbuch Band1 |
| Arbeitssicherheit bei der Probennahme   |  | EDIN ISO 10381-3; 02.96<br>ZH 1/183; 1997  |
| <b>Vor-Ort</b>  |  |  |
| Korngrößenverteilung  | Fingerprobe im Gelände *   | Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, EDIN 19582-2; 05.95                                      |
| <b>Labor</b>  |  |  |
| Pobenbehandlung, Probenvorbereitung   |  | E DIN ISO 14507; 02.96   |
| Trockenmasse  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben (parallel)                                  | DIN ISO 11465; 12.96   |
| Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung          | luftgetrocknete Bodenproben  | DIN ISO 10894; 08.96   |
| pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )  | feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c(CaCl <sub>2</sub> ): 0,01 mol/l          | DIN ISO 10390; 05.97   |
| Korngrößenverteilung  | 1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse<br>2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode | EDIN ISO 11277; 06.94<br>DIN 19683-2; 04.97<br>DIN 18123; 11.96<br>EDIN ISO 11277; 06.94                                   |
| Rohdichte   | Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen             | EDIN ISO 11272; 01.94<br><br>DIN 19683; 04.73  |

\* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.



| <b>Untersuchungsparameter</b>                   | <b>Verfahrensweise</b>   | <b>Methode</b>   |
|---|--|--|
| Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane | Gefriergetrocknete Proben, Soxhlet-Extraktion mit Toluol der feldfrischen Probe, interner Standard, chromatographische Reinigung | GC- MS nach Klärschlammverordnung unter Beachtung DIN 38414- 24;04.98<br>VDI-Richtlinie 3499, Blatt1: 03.90<br>GC - MS mit internem Standard |

#### Untersuchungsbereich 4: Grund-, Sicker-, Oberflächenwasser

| Untersuchungsparameter                                | Methode  |
|---|--|
| <b>Probennahme</b>                                    |  |
| Probennahme von Grundwasser                           | DIN EN ISO 25667, Teil 2;<br>DIN 38402-13; 1985<br>Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA):<br>Grundwasserrichtlinie, Teil 3; 03.93<br>AQS-Merkblatt P 8/2; 01.96<br>Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau<br>(DVWK): DVWK-Regeln 128/92<br>DVWK-Merkblatt 245/1997 |
| Probennahme von Sickerwasser                          | z. Z. kein genormtes Verfahren verfügbar   |
| Probennahme von Oberflächengewässer (Fließgewässer)   | DIN 38402-15; 07.86<br>AQS-Merkblatt P 8/3; 05.98  |
| Probennahme von Oberflächenwasser (stehende Gewässer) | DIN 38402-12; 06.85  |
| <b>Vor-Ort</b>  |  |
| Temperatur  | DIN 38404-4; 12.76   |
| pH-Wert   | DIN 38404-5; 01.84   |
| Sauerstoffgehalt                                      | DIN EN 25814; 11.92  |
| elektrische Leitfähigkeit                             | DIN EN 27888; 11.93  |
| <b>Labor</b>  |  |
| Elutionsverfahren 1 (Bodensättigungsextrakt)          | Nach Vorgaben der BBodSchV (Anhang 1, 3.1.2)   |
| Elutionsverfahren 2 (modifiziertes S4-Verfahren)      | DIN 38414-4; 10.84 unter Berücksichtigung der Verfahrenshinweise der BBodSchV (Anhang 1, 3.1.2)  |
| Elutionsverfahren 3 (Säulen- oder Lysimeterversuch)   | z. Z. kein genormtes Verfahren verfügbar;<br>Möglichkeiten zur Durchführung von Säulen- oder Lysimeterversuchen nach dem neuesten Stand der Analytik sind nachzuweisen   |
| Antimon (Sb)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>Hydrid - AAS EDIN 38405-32; 11.96   |
| Arsen (As)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>Hydrid - AAS DIN EN ISO 11969; 11.96  |
| Blei (Pb)   | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS EDIN 38406-6; 06.97   |
| Cadmium (Cd)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN EN ISO 5961; 05.95  |

| Untersuchungsparameter   | Methode  |
|--|--|
| Chrom (Cr), gesamt   | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN EN 1233; 08.96  |
| Chrom (Cr VI)  | Spektralfotometrie DIN 38405-24; 05.87<br>Ionenchromatographie DIN EN ISO 10304-3; 11.97                       |
| Cobalt (Co)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>AAS DIN 38406-24; 03.93                                 |
| Kupfer (Cu)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN 38406-7; 09.91  |
| Molybdän (Mo)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99                            |
| Nickel (Ni)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN 38406-11; 09.91 |
| Quecksilber (Hg)   | AAS - Kaltdampftechnik DIN EN 1483; 08.97  |
| Selen (Se)   | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN 38405-23; 10.94 |
| Zink (Zn)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99<br>AAS DIN 38406-8; 10.80  |
| Zinn (Sn)  | ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98<br>ICP - MS DIN 38406-29; 05.99                            |
| Cyanid, gesamt   | Spektralfotometrie DIN 38405-13; 02.81<br>EDIN EN ISO 14403; 05.98   |
| Cyanid (CN <sup>-</sup> ), leicht freisetzbar  | Spektralfotometrie DIN 38405-13; 02.81   |
| Fluorid (F <sup>-</sup> )  | Fluoridsensitive Elektrode DIN 38405-4; 07.85<br>Ionenchromatographie DIN EN ISO 10304-1; 04.95                |
| BTEX   | GC - FID DIN 38407-9; 05.91<br>(Matrixbelastung beachten)  |
| Leichtflüchtige Halogen-<br>kohlenwasserstoffe (LHKW)  | GC - ECD DIN EN ISO 10301; 08.97   |
| Aldrin   | GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93   |
| DDT  | GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93   |
| Phenole  | GC - ECD ISO DIS 8165-2; 01.97   |
| Chlorphenole   | GC - ECD, GC - MS EDIN EN 12673; 02.97   |
| Chlorbenzole   | GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93   |
| Polychlorierte Biphenyle (PCB):<br>6 PCB-Kongeneren (Nr. 28, 52,<br>101, 138, 163, 180 nach<br>Ballschmiter) | GC - ECD, GC - MS DIN 38407-2; 02.93<br>EDIN 38407-3; 10.95  |
| 16 PAK (EPA)   | HPLC - F DIN 38407-18; 05.99   |
| Naphthalin   | GC - FID, GC - MS DIN 38407-9; 05.91   |
| Mineralölkohlenwasserstoffe  | Extraktion mit Petrolether; Gaschromatographische<br>Bestimmung nach ISO/TR 11064; 06.94                       |



### Untersuchungsbereich 5: Bodenluft, Deponiegas

| Untersuchungsparameter                           | Methode   |
|--|---|
| <b>Probennahme</b>                               |   |
| Probennahme von Bodenluft                        | Verein deutscher Ingenieure (VDI)<br>VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2, Abschn. 4.4.3<br>VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2, Abschn. 4.4.4<br>VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2, Abschn. 4.4.5 |
| <b>Vor - Ort</b>                                 |   |
| Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )                  | direktanzeigendes Messgerät   |
| Methan (CH <sub>4</sub> )                        | direktanzeigendes Messgerät   |
| Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)           | direktanzeigendes Messgerät   |
| Sauerstoff (O <sub>2</sub> )                     | direktanzeigendes Messgerät   |
| Summenparameter Spurengase                       | direktanzeigendes Messgerät   |
| <b>Labor</b>                                     |   |
| BTEX   | VDI-Richtlinie 3865 Blatt 3, Abschn. 3.2  |
| Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) | VDI-Richtlinie 3865 Blatt 3, Abschn. 3.2  |

### Untersuchungsbereich 6: Trockene und nasse Deposition

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise  | Methode  |
|---|--|--|
| <b>Probennahme</b>  |  |  |
| partikelförmige Niederschläge   | Bergerhoff-Gerät (Standardverfahren)   | VDI 2119, Blatt 2; 09.96                               |
| Probennahme von Regenwasser   | Sammelgerät ARS 721  | VDI 3870, Blatt 10; 12.96                              |
| <b>Labor</b>  |  |  |
| <b>Staubniederschläge</b>   |  |  |
| Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn                                     |  | VDI 2267, Blatt 5; 12.96                               |
| Thallium  |  | VDI 2267, Blatt 7; 11.88                               |
| Blei und Cadmium  |  | VDI 2267, Blatt 4; 03.87                               |
| <b>Regenwasser</b>  |  |  |
| pH-Wert   | für ionenarme Wässer   | VDI 3870, Blatt 10; 12.96<br>DIN 38404-C5; 01.84       |
| Chlorid, Nitrat, Sulfat   |  | VDI 3870, Blatt 11; 12.96<br>DIN EN ISO 10304-1; 04.95 |
| Chlorid   | titrimetrisch  | DIN 38405-D1; 12.85                                    |
| Nitrat  | fotometrisch   | DIN 38405-D9; 05.79                                    |
| freie Azidität  | Gran-Verfahren   | VDI 3870, Blatt 13; 12.96                              |
| Alkalinität   | titrimetrisch oder potenziometrisch nach dem Gran-Verfahren bzw. mittels Zweipunkt-Titration (pH 4,5 / pH 4,5) | DIN EN ISO 9963-1; 02.96                               |
| elektrische Leitfähigkeit   |  | DIN EN 27888; 11.93                                    |
| TOC   |  | DIN 38409-H3-1; 06.83                                  |
| N <sub>gesamt</sub>   |  | VDIN EN 12260; 06.96                                   |
| PO <sub>4</sub> - P   | fotometrisches Molybdänblau-Verfahren  | DIN EN 1189; 12.96                                     |
|   | Ionenchromatografie  | DIN EN ISO 10304-1; 04.95                              |
| NH <sub>4</sub>   |  | DIN 38406-E5-1; 10.83<br>DIN 38406-E23-1; 12.93        |
| Na, K   |  | DIN 38406-E13<br>DIN 38406-E14                         |
| Ca, Mg  |  | DIN 38406-E3-1; 09.82                                  |
| Hg  |  | DIN EN 12338 (E31), 07.98<br>DIN EN 1483, 08.97        |
| Al, Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Cd, Mo, S, Cr, Ni, P <sub>gesamt</sub> |  | DIN 38406-E22; 03.88<br>DIN EN ISO 11885 (E22)         |

### Untersuchungsbereich 7: Waldbodenuntersuchungen

| Untersuchungsparameter  | Verfahrensweise                          | Methode  |
|---|--|--|
| <b>Probennahme</b>  |  |  |
| Probennahme von Boden,<br>Humus, Torf                             |  | BMELF (Hrsg.): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) - Arbeitsanleitung; 2. Auflage, Bonn 1994<br>Abschnitt C, Seite 13-68<br>Abschnitt D, Seite 69-87<br>BMELF (Hrsg.): Dauerbeobachtungsflächen zur Umweltkontrolle im Wald, Level II - Methodenleitfaden; 1. Auflage, Bonn 1997 |
| <b>Labor</b>  |  |  |
| $C_{org.}$  |  | DIN ISO 10694  |
| N   | Elementaranalysator<br>Kjeldahl          | E DIN ISO 13878<br>DIN ISO 11261<br>VDLUFA-Methodenbuch Bd II,<br>A 2.2.1; 1991  |
| Trockenraumdichte   |  | BZE 2.1.5, S. 97 ff<br>VDLUFA-Methodenbuch Bd II,<br>A 13.2.1; 1991  |
| pH-Wert   | (H <sub>2</sub> O)<br>(KCl)              | BZE 2.2.1, S. 101 bzw.<br>DIN ISO 10390  |
| effektive Kationen-<br>Austausch-Kapazität (Ake)                  | NH <sub>4</sub> Cl                       | BZE 2.2.2, S. 101f<br>Anmerkung: Die in DIN ISO 11260 beschriebene BaCl <sub>2</sub> -Methode führt zu vollkommen anderen Ergebnissen und wird in Deutschland für den forstlichen Bereich nicht empfohlen  |
| potenzielle Kationen-<br>Austausch-Kapazität (Ak <sub>pot</sub> ) |  | DIN ISO 13536  |
| Königswasseraufschluss  |  | DIN ISO 11466 bzw.<br>VDLUFA-Methodenbuch Bd VII,<br>2.1.2; 1996   |
| Totalaufschluss für Humus<br>und Mineralboden                     | HNO <sub>3</sub> /HF-<br>Druckaufschluss | BZE 1.2.5, S. 92ff   |
| Al, Ca, Fe, Mg, Mn, P, S,<br>Zn                                   |  | DIN 38406-E22; 03.88   |
| Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni,<br>Zn                                 |  | DIN 38406-E22; 03.88 bzw.<br>DIN ISO 11047; 05.98  |
| As  |  | DIN EN ISO 11969, 11.96  |
| Na  |  | DIN 38406-E22; 03.88 bzw.<br>DIN ISO 9964-3  |

### Untersuchungsbereich 8:

Untersuchungen zur Beurteilung der terrestrischen Ökotoxizität von  
 Schadstoffen

| Untersuchungsparameter  | Methode  |
|---|--|
| <b>8a Mikrobiologische Verfahren</b>  |  |
| Probennahme   | DIN ISO 10381-6, 05.97                             |
| Abbaubarkeit von organischen Chemikalien  | DIN ISO 11266, 05.97                               |
| Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden mit<br>2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)   | E DIN 19733-1, 05.97                               |
| Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden mit 2-(4-iodophenyl)-<br>3-(4-nitrophenyl)-5-phenyltetrazoliumchlorid (INT)  | E DIN 19733-2, 05.97                               |
| Bestimmung der Stickstoffmineralisierung und<br>-nitrifizierung in Böden  | E DIN ISO 14238, 06.95 bzw.<br>ISO 14238, 02.97    |
| Bestimmung der Mineralisierung von organischen<br>Chemikalien in Böden mittels Inkubationssystemen<br>und Messungen der CO <sub>2</sub> -Entwicklung<br>(Durchflusssystem, Natronkalksäulensystem,<br>Biometersystem) | E DIN ISO 14239, 04.95<br>bzw.<br>ISO 14239, 06.97 |
| Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden<br>Teil 1: Respirationsverfahren (bei Überschuss von<br>Glucose)   | E DIN ISO 14240-1, 06.95<br><br>ISO 14240-1, 01.97 |
| Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden<br>Teil 2: Fumigations-Extraktionsverfahren  | E DIN ISO 14240-2, 06.95<br>ISO 14240-2, 01.97     |
| Bestimmung von Chemikalienwirkungen auf die<br>substratindizierte Respiration von Boden-<br>organismen nach Glucosezugabe   | Richtlinie: BBA VI 1-1 (Teil1), 1990               |
| Bestimmung von Effekten auf die Dehydrogena-<br>seaktivität von Bodenorganismen   | Richtlinie: BBA VI 1-1 (Teil1), 1990               |
| Wachstumshemmtest mit der Bakterienart<br><i>Pseudomonas putida</i> im Bodeneluat<br>(vermischt mit Bakteriensuspension)<br>Endpunkt: Zellteilung   | DIN 38412 Teil L8, 1996<br>ISO 10712, 1995         |
| <b>8b Pflanzentests</b>   |  |
| Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf die<br>Bodenflora<br>Teil 1 Wurzelwachstumshemmung von Weizen   | DIN ISO 11269-1, 06.97                             |
| Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf<br>höhere Pflanzen<br>Teil 2 Wirkung auf Saatauflauf und Wachstum<br>höherer Pflanzen   | E DIN ISO 11269, 10.97                             |



| Untersuchungsparameter   | Methode  |
|--|--|
| <b>8c Verfahren mit niederen Tieren</b>  |  |
| Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer<br>( <i>Eisenia fetida</i> )<br>Teil 1 Verwendung von künstlichem Bodensubstrat<br>Endpunkt: akute Toxizität  | DIN ISO 11268-1, 04.97<br>ISO 11268-1, 1993                            |
| Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer<br>( <i>Eisenia fetida</i> )<br>Teil 2 Bestimmung der Wirkung einer über die Haut<br>oder die Nahrung aufgenommenen Substanz<br>Endpunkt: Mortalität, Wachstum und<br>Reproduktionsleistung | DIN ISO 11268-2, 08.97   |
| Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer<br>( <i>Eisenia fetida</i> ) unter Freilandbedingungen<br>Endpunkt: Mortalität, Wachstum und<br>Reproduktionsleistung   | DIN ISO 11268-3, 1997  |
| Wirkung von Bodenschadstoffen auf Collembolen<br><i>Folsomia candida</i><br>Endpunkt: Veränderung der Reproduktion   | E DIN ISO 11267, 1997  |
| Generationszyklustest mit Staphiliniden<br>(junge adulte Käfer von <i>Aleochara bilineata</i> )  | Richtlinie: BBA Nr. VI 23 2.1.10,<br>1994                              |
| Bestimmung der akuten Toxizität von Chemikalien<br>für <i>Poecilus cuperus</i><br>Endpunkt: Bewegungskoordination, Fraßverhalten<br>und Mortalität   | Richtlinie: BBA Nr. VI 23 2.1.8, 1994                                  |
| Bestimmung der akuten Toxizität für Regenwürmer<br>( <i>Eisenia fetida</i> ) in kontaminiertem Substrat<br>Endpunkt: Biomassenentwicklung  | Richtlinie: OECD 207, 1984<br>BBA, 1984<br>DIN ISO 11268- 1, 04.97     |
| Bestimmung der chronischen Toxizität für Regenwürmer<br>( <i>Eisenia fetida</i> ) in kontaminiertem Substrat<br>Endpunkt: Gewichtsentwicklung, Verhalten, Morphologie<br>sowie Reproduktionsleistung                                   | Richtlinie: BBA, 1991<br>EPA 795.150, 1993<br>E DIN ISO 11268-2, 08.97 |

Eine Zulassung kann für die Teiltabellen

- 8a Mikrobiologische Verfahren,
- 8b Pflanzentests oder
- 8c Verfahren mit niederen Tieren

erfolgen.

Für die Teiltabellen Mikrobiologische Verfahren und Verfahren mit niederen Tieren sind jeweils drei Untersuchungsverfahren vorzuhalten.

## **Anhang 2**

Mindestumfang an gerätetechnischer und materieller Ausstattung  
für die Zulassung von Untersuchungsstellen  
bei der Probennahme

Um den in **Anhang 1** beschriebenen Probennahmeumfang und die Vor-Ort-Bestimmungen durchführen zu können, muss die Untersuchungsstelle neben einer Grundausrüstung für die Probennahme und Arbeitssicherheit über die folgende gerätetechnische Mindestausrüstung verfügen:

| Geräte und Materialien für die Probennahme   | Teilbereiche |        |     |
|--|--------------|--------|-----|
|  | Feststoff    | Wasser | Gas |
| Rammkernsonden, mind. 50 mm Durchmesser incl. Schlagkopf   | x            |        |     |
| Verlängerungsgestänge  | x            |        |     |
| Bohrhammer (elektrisch oder mit Verbrennungsmotor)   | x            |        | x   |
| Stromgenerator incl. Verlängerungskabel  | x            | x      | x   |
| Ziehvorrichtung  | x            | x      | x   |
| Bohrstock, Durchmesser 30 mm (z.B. Bohrstock nach Pürckhauer)  | x            |        |     |
| Bohrstockhammer  | x            |        |     |
| Stechrahmen, Stechzylinder   | x            |        |     |
| Böcke zum Auflegen der Sonden für die Bodenansprache   | x            |        |     |
| Probenahmegerät (Messer, Löffel, Spatel, Kelle, Probenstecher)   | x            |        |     |
| Spritzflasche mit dest. Wasser   | x            |        |     |
| Munsell-Farbtafel  | x            |        |     |
| Edelstahlschüssel  | x            |        |     |
| verschießbare Kunststoffeimer zur Aufnahme von kontaminiertem Bohrgut  | x            |        |     |
| Spaten, Schaufel, Besen  | x            | x      | x   |
| Reinigungsgerät und -mittel für die Sonden (z.B. Drahtbürste, Gasflamme, Aceton, sauberes Wasser)                                      | x            | x      | x   |
| Fluchtstangen, Maßband, Winkelprisma   | x            | x      | x   |
| Beschriftungsmaterial für Probengefäße (Anhänger, wasserfester Stift)  | x            | x      | x   |
| Probennahmeprotokolle  | x            | x      | x   |
| Kühltaschen (aktiv gekühlt oder mit Kühlaggregaten)  | x            | x      | x   |
| Wasserbehälter   | x            | x      |     |
| Eimer  | x            | x      |     |
| Absperrband  | x            | x      | x   |
| Werkzeug   | x            | x      | x   |
| Arbeitskleidung, Gehörschutz, Schutzhelme, Schutzanzüge, Schutzbrillen, Warnwesten, Verbandszeug, Augendusche, Staubmasken, Handschuhe | x            | x      | x   |

| Geräte und Materialien für die Probennahme                      | Teilbereiche |        |     |
|---|--------------|--------|-----|
|   | Feststoff    | Wasser | Gas |
| Filter-Vollrohr und -spitzen                                    |              | x      |     |
| Verschlusskappen –schlüssel                                     |              | x      |     |
| Unterflurkappen   |              | x      |     |
| Quellton, Bentonit,   |              | x      | x   |
| Lichtlot  |              | x      |     |
| Schöpfgerät   |              | x      |     |
| Tauchmotorpumpe möglichst drehzahl geregelt                     |              | x      |     |
| Saugpumpe (Förderleistung mind. 1 m <sup>3</sup> /h)            |              | x      |     |
| Steigleitung für Hauptförderstrom                               |              | x      |     |
| Bodenluftsonden, 1- und 2-phasig                                |              |        | x   |
| Pumpe zum Fördern von Deponiegas und Bodenluft                  |              |        | x   |
| Schlauchmaterial (angepasst an die zu untersuchenden Parameter) |              | x      | x   |
| Digitales Grobvakuum-Messgerät                                  |              |        | x   |
| Sekundenanemometer mit Temperatur- und Feuchtesensor            |              |        | x   |
| Durchflussmesser  |              | x      | x   |
| Kondensatabscheider   |              |        | x   |
| Stoppuhr  |              |        | x   |
| Arbeitsanweisungen  | x            | x      | x   |
| Probengefäße bzw. Adsorbens                                     | x            | x      | x   |

| <b>Messgeräte und Materialien zur<br/>Direktmessung vor Ort</b>  | <b>Teilbereiche</b> |        |     |
|--|---------------------|--------|-----|
|  | Feststoff           | Wasser | Gas |
| pH-Messgeräte / Elektrode  |                     | x      |     |
| Temperaturmessgerät / -Fühler  |                     | x      | x   |
| Leitfähigkeitsmessgerät / Elektrode  |                     | x      |     |
| Sauerstoffmessgerät / Elektrode  |                     | x      |     |
| Titrationsausstattung zur Bestimmung der Säure-/Basekapazität  |                     | x      |     |
| Messgerät für Redoxpotenzial   |                     | x      |     |
| Direktanzeigende Messgeräte für CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S            |                     |        | x   |
| PID / FID  |                     |        | x   |
| Adsorptionsgefäße und Desorptionseinheit   |                     |        | x   |
| demineralisiertes Wasser, Laborreinigungsmittel und Einmaltücher zur Reinigung der Labormessgeräte incl. Zubehör | x                   | x      |     |
| ggf. Konservierungsstoffe (z.B. Sauerstofffällungsreagenzien)  |                     | x      |     |