

## **Anhang II**

### **Leistungsbeschreibung/-verzeichnis für die Durchführung von physikalischen und chemischen Untersuchungen an Sedimenten, Böden<sup>1</sup> sowie wässrigen Proben**

---

<sup>1</sup> Sediment, Boden , geologischer Untergrund, Lockergestein, Boden und Sedimente mit Fremdbestandteilen

## **Leistungsgegenstand**

Gegenstand dieser Leistungen sind die Herstellung von Laborproben<sup>2</sup> und die Bestimmung von organischen, anorganischen und allgemeinen Parametern in Schwebstoffen, Sedimenten und Böden<sup>3</sup> – nachfolgend Feststoffe genannt - sowie wässrigen Proben während der Laufzeit des Vertrages.

## **Qualitätssicherung**

Im Rahmen der Untersuchung von Feststoffen und wässrigen Proben gelten die im Folgenden beschriebenen Leistungen unter Berücksichtigung der dort vorgeschriebenen Verfahren und der zusätzlich geforderten AQS-Maßnahmen. Jede Änderung der SOP des Auftragnehmers ist der BfG umgehend mitzuteilen.

Im Rahmen eines Laborvergleichs wird direkt nach Entnahme von jeder Feststoffprobe ein Aliquot von ca. 50 g im gefrorenen Zustand sowie von den ausreichend homogenisierten (DIN 38402-A30) und gefriergetrockneten Proben ein Aliquot von ca. 100 g zur BfG geschickt.

Die Transportkosten gehen jeweils zu Lasten des Auftragnehmers. Zur Eluatherstellung werden ausgewählte Proben zur BfG geschickt.

Im Rahmen der qualitätssichernden Maßnahmen ist in jeder Auftragsserie mindestens eine Doppelbestimmung aller insgesamt beauftragten Untersuchungsparameter durchzuführen.

Bei größeren Untersuchungsaufträgen, ist für jeweils 20 beauftragte Messungen eines Untersuchungsparameters eine Doppelbestimmung (inkl. Probenaufarbeitung) durchzuführen. Sind innerhalb eines Untersuchungsauftrages mehrere Doppelbestimmungen notwendig, so müssen dafür unterschiedliche Proben aus dem Untersuchungsauftrag gewählt werden.


Wenn nicht anders angegeben, darf die Abweichung zwischen den beiden Messungen nicht mehr als 10 % betragen. Ist die Abweichung größer, sind die Analysen auf Kosten des Auftragnehmers zu wiederholen.

Des Weiteren ist in jeder Analysenserie ein für die Untersuchung des Parameters geeignetes laborinternes und/oder zertifiziertes Referenzmaterial wenn vorhanden mit dem für die zu untersuchenden Proben eingesetzten Verfahren zu analysieren. Der Sollwert des Referenzmaterials ist dem Auftraggeber mitzuteilen. Darüber hinaus sind über die Ergebnisse für das Referenzmaterial vom Auftragnehmer Kontrollkarten (Mittelwert, Spannweite) zu führen und nach Aufforderung dem Auftraggeber zu übergeben. Wenn nicht anders angegeben, sollen die relativen Abweichungen der Ergebnisse vom Mittelwert/Sollwert des zertifizierten/internen Referenzmaterials 10 % nicht überschreiten. Sind die Abweichungen größer, sind die Ursachen vom Auftragnehmer zu ermitteln und zu beseitigen. Die betreffende Serie ist auf Kosten des Auftragnehmers erneut zu analysieren.

---

<sup>2</sup> Eine Laborprobe ist eine zu analysierende, repräsentative Einzel- oder Mischprobe bzw. ein definierter Anteil (Fraktion) und eine Ableitung (Eluat) von Einzel-/Mischproben.

<sup>3</sup> Sediment, Boden, geologischer Untergrund, Lockergestein, Boden und Sedimente mit Fremdbestandteilen

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 3 von 51	

Sämtliche qualitätssichernden Maßnahmen, inklusive des Probenversands, werden nicht extra vergütet, sondern sind Bestandteil der für die Einzelproben veranschlagten Kosten.

Die Übermittlung von Ergebnissen wird detailliert im Anhang IV beschrieben. Einzelaufträge werden nur dann als abgeschlossen gewertet, wenn zuzüglich zu den Probenergebnissen auch die Ergebnisse der zugehörigen Blindwertbestimmungen, Doppelbestimmungen und Referenzmaterialien mitgeliefert werden. Des Weiteren sind Auffälligkeiten bzw. Abweichungen im Untersuchungsbericht zu vermerken. Zur Überprüfung der Analytik verpflichtet sich der Auftragnehmer darüber hinaus an den angebotenen Runden der Quasimeme-Ringversuche für Sedimente und Böden teilzunehmen und dem Auftraggeber die Ergebnisse ohne weitere Aufforderung umgehend mitzuteilen. Des Weiteren verpflichtet sich der Auftragnehmer auch an Ringversuchen von anderen Anbietern soweit angeboten für allgemeine Kenngrößen, Nährstoffe (Photometrie, Ionenchromatographie, Maßanalyse) teilzunehmen.

## Verzeichnis der Anlagen zu Anhang II

<b>Anlage</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
1	Probenvorbereitung für Feststoffuntersuchungen	5
2	Allgemeine Parameter in Feststoffproben	5
3	Parameterliste der Feststoffuntersuchungen (Organische Chemie)	7
4	Parameterliste der Feststoffuntersuchungen (Schwermetalle)	8
5	Probenvorbereitung der wässrigen Proben	8
6	Allgemeine Parameter in wässrigen Proben	9
7	Parameterliste der wässrigen Proben (Organische Chemie)	9
8	Parameterliste der wässrigen Proben (Schwermetalle)	10
9	Analytische Methoden zur Bestimmung der Parameter	11

## **Anlage 9: Analytische Methoden zur Bestimmung der Parameter in Anlagen 1 - 8**

### **zu Anlage 1 Probenvorbereitung für Feststoffproben**

#### **II. 1 Gefriertrocknung**

*DIN 38414-22, Ausgabe September 2000:*

Bestimmung des Gefriertrockenrückstandes und Herstellung der Gefriertrockenmasse eines Schlammes

Bei der Gefriertrocknung ist zu beachten, dass die Temperatur bei keiner Probe 25 °C überschreitet (Vermeidung von Verlusten z.B. von Hg und organischen Stoffen). Die Schichtdicke der zu trocknenden Proben soll 2 cm nicht überschreiten, um kurze Trockenzeiten (2-3 Tagen) zu erreichen.

#### **II. 2 Siebung < 2mm**

*DIN ISO 11464, Ausgabe Dezember 2006*

Bodenbeschaffenheit; Probenvorbehandlung für physikalisch-chemische Untersuchungen.

#### **II. 3 Mahlen < 100 µm**

Es werden gefriergetrocknete Proben auf < 2 mm gesiebt und in einer geeigneten Planetenmühle auf < 100 µm gemahlen. Während des Mahlvorganges darf die Probentemperatur 40°C nicht übersteigen.

#### **II. 4 Gewinnung von Einzelfractionen für die anorganische Analytik**


Einzelfractionen können z.B. sein:

- |             |      |                    |
|-------------|------|--------------------|
| • < 20 µm   | oder | • 20 µm – 63 µm    |
| • < 63 µm   |      | • 63 µm – 200 µm   |
| • < 200 µm  |      | • 200 µm – 630 µm  |
| • < 630 µm  |      | • 630 µm – 2000 µm |
| • < 2000 µm |      |                    |

Für die Gewinnung der Einzelfractionen ist das nachfolgende Verfahren, welches in der BfG entwickelt wurde, anzuwenden:

Einzelfractionen können direkt aus der nassen Originalprobe oder aus der gefriergetrockneten Originalprobe gewonnen werden.

Je nach Korngrößenverteilung der Originalprobe und gewünschter Menge der Einzelfractionen werden ca. 5 bis 20 g der Probe zusammen mit einigen Achat- oder Zirkonoxidkugeln (Durchmesser ca. 10 mm) auf ein geeignetes Sieb gegeben, welches sich seinerseits in einem 600 ml- Becherglas im Ultraschallbad befindet. Bei Proben mit erhöhtem Sandanteil (z.B. > 50 %)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 12 von 51	

ist möglicherweise eine Vorsiebung mit einem gröberen Sieb, ebenfalls im Ultraschallbad, empfehlenswert. Ansonsten würde die bei sandigen Proben notwendige erhöhte Einwaage das Sieb verstopfen.

Ca. 30 - 50 ml destilliertes Wasser werden zur Probe in das Sieb/ Becherglas gegeben und ca. 1 - 2 min mit Ultraschall behandelt. Dann wird von Hand geschüttelt und der Durchgang, d.h. abzutrennende Fraktion in einen ca. 300 ml - Zentrifugenbecher überführt.

Der vorgenannte Schritt wird mit der Probe so oft wiederholt, bis sich eine für die Analytik ausreichende Menge der Fraktion im Zentrifugenbecher befindet.

Der Siebdurchgang wird 10 - 15 min bei 2000 - 3000 g abzentrifugiert. Der Überstand wird vorsichtig abgegossen und verworfen, der Rückstand wird gefriergetrocknet (über Nacht bei  $T_{\max} = 25\text{ °C}$ ).

Die Siebe für die Ultraschall-Siebung können selbst hergestellt werden aus Plexiglasrohr und Gewebe aus der Mühlenindustrie (z.B. Fa. Verseidag in 47608 Geldern, oder Gleichwertiges). Falls gewünscht, können hierzu weitere Erläuterungen von der BfG Koblenz erfragt werden.

Eine regelmäßige Überprüfung des Siebgewebes auf Löcher/Brüche, z.B. alle 10 - 30 Proben, mittels Fadenzähler ist vorzunehmen, beschädigte Siebfolien sind ggf. durch neue zu ersetzen.


## **II. 5 Gewinnung von Einzelfractionen für die organische Analytik**

siehe Leistungsposition II.5

Bei der Gewinnung von Einzelfractionen für die organische Analytik ist darauf zu achten, dass der organische Anteil der höheren Fraktion jeweils der abgetrennten Einzelfraction zu geschlagen wird, da es sonst zu Minderbefunden kommt.

Soll z.B. die Fraktion  $< 63\text{ }\mu\text{m}$  auf organische Schadstoffe untersucht werden, ist bei der Abtrennung dieser Fraktion der organische Anteil der  $63 - 200\text{ }\mu\text{m}$ -Fraktion der  $< 63\text{ }\mu\text{m}$ -Fraktion zuzuschlagen. Will man z.B. die  $< 20\text{ }\mu\text{m}$  - Fraktion gewinnen, muss außerdem noch der organische Anteil der  $20 - 63\text{ }\mu\text{m}$ -Fraktion entnommen werden und wird dann der  $< 20\text{ }\mu\text{m}$  - Fraktion zugeschlagen.

Stöckchen, Blattreste und sonstige gröbere organische Anteile, die in der Regel auf den grobmaschigen Sieben hängen bleiben, werden jedoch verworfen.

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 13 von 51	

## zu Anlage 2 Allgemeine Parameter im Feststoff

### II. 6 Korngrößenverteilung nach BfG-Methode

Es wird im Ultraschallbad unter Einsatz von 2000 µm-, 630 µm-, 200 µm-, 63 µm- und 20 µm-Sieben gesiebt. Ca. 20 g (oder auch mehr bei sehr grobkörnigen, sandigen Proben) der getrockneten Originalprobe werden zusammen mit einigen Achat- bzw. Zirkonoxidkugeln (Durchmesser ca. 10 mm) auf das 2000 µm-Sieb gegeben, welches seinerseits in einem 600 ml-Becherglas im Ultraschallbad steht.

Ca. 100 ml dest. Wasser in das Sieb/Becherglas geben und ca. 1 min mit Ultraschall behandeln. Dann von Hand schütteln und den Siebdurchgang zusammen mit einigen Achatkugeln auf das 600 µm-Sieb geben. Nach 1 min Ultraschallbehandlung den Durchgang des 600 µm-Siebes auf das 200 µm-Sieb geben und im Ultraschallbad aussieben. Diesen Vorgang entsprechend auch für das 60 µm- und 20 µm-Sieb durchführen. Den Durchgang des 20 µm-Siebes in ein Becherglas geben. Die vorgenannten Arbeitsschritte 10 fach wiederholen, sodass sich insgesamt knapp 1000 ml Wasser mit dem ganz überwiegenden Teil (> 98 %) der "Fraktion < 20 µm" im Becherglas befinden. In einen geeigneten Zentrifugenbecher überführen und 15 min bei 2000 - 3000 g Abzentrifugieren. Den Überstand vorsichtig abgießen und den Rückstand gefriertrocknen (über Nacht bei T<sub>max</sub> 25 °C) und zurückwiegen. Der Verlust ist anzugeben. Daraus kann auch die Fraktion < 20 µm für die Schwermetallanalytik gewonnen werden.

#### Bemerkungen

Mit diesem Ultraschall-Siebverfahren werden die mineralischen Anteile > 20 µm, welche geringere Schadstoffkonzentrationen aufweisen, von der höher belasteten Feinkornfraktion < 20 µm (Tonminerale, Oxide, feinkörnige organische Substanz) getrennt. Agglomerate sowie organisches Material, wie z.B. Blattreste, Flocken werden weitgehend zerkleinert.

Eine regelmäßige Überprüfung des Siebgewebes auf Löcher/Brüche, z.B. alle 10 - 30 Proben, mittels Fadenzähler ist vorzunehmen, beschädigte Siebfolien sind ggf. durch neue zu ersetzen.

Die Siebe für die Ultraschall-Siebung können selbst hergestellt werden aus Plexiglasrohr und Gewebe aus der Mühlenindustrie (z.B. Fa. Verseidag in 47608 Geldern, oder Gleichwertiges). Falls gewünscht, können hierzu weitere Erläuterungen von der BfG Koblenz erfragt werden.

### II. 7 Korngrößenverteilung mit Sieb- und Schlämmmethode


Ab einem Feinkornanteil ab 15 % (< 20 µm) ist die Schlämmmethode anzuwenden

*DIN 18123, Ausgabe November 1996*

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben: Bestimmung der Korngrößenverteilung; Kapitel 7: Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung und Sedimentation

*DIN ISO 11277, Ausgabe August 2002*

Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden: Verfahren mittels Siebung und Sedimentation

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 14 von 51	

## II. 8 Trockenrückstand

Der Trockenrückstand von nassen Proben kann nach folgenden Methoden bestimmt werden:

### Gefriertrocknung zur Bestimmung des Trockenrückstandes (gem. DIN 38414-S22)

Die Schichtdicke der zu trocknenden Proben soll 2 cm nicht überschreiten, um die Trockenzeit von 2-3 Tagen nicht unnötig zu verlängern.

### Trocknung bei 105 °C zur Bestimmung des Trockenrückstandes

Die Trocknung bei 105 °C ist in Wärmeschränken mit verstellbaren Durchlüftungsöffnungen nach DIN EN 12880 durchzuführen. Als Behälter sind Abdampfschalen aus Porzellan oder Schalen aus VA- Stahl oder Aluminium zu verwenden. Die Trocknung ist zu beenden, wenn Gewichtskonstanz erreicht ist.

### Lufttrocknung zur Bestimmung des Trockenrückstandes

Es ist in offenen Behältern, z.B. aus Porzellan, Kunststoff, VA-Stahl oder Aluminium bei Raumtemperatur zu trocknen. Der Trocknungsvorgang ist zu beenden, wenn Gewichtskonstanz erreicht ist. Die Lufttrocknung ist nur für sandige Proben ohne organischen Anteil geeignet.

Abweichungen von der jeweils vorgegebenen Methode bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

## II. 9 Glühverlust

*DIN 18128, Ausgabe Dezember 2002*

Bauelemente, Untersuchung von Bodenproben: Bestimmung des Glühverlustes

## II. 10 TOC

*DIN EN 13137, Ausgabe August 2001*

Charakterisierung von Abfall – Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) in Abfall, Schlämmen und Sedimenten

## II. 11 TC nach Verbrennung

*DIN ISO 10694, Ausgabe August 1996*


Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse)

## II. 12 N<sub>ges</sub> im Feststoff

*DIN ISO 13878, Ausgabe November 1998*

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Gesamt-Stickstoffs durch trockene Verbrennung (Elementaranalyse)



Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 15 von 51	

## II. 13 $S_{\text{ges}}$ im Feststoff

*DIN ISO 15178, Ausgabe Februar 2001*

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Gesamtschwefels nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse)

## II. 14 Sauerstoffzehrung nach BfG-Methode

Die Bestimmung der Sauerstoffzehrung erfolgt in einer 300 ml Kragenflasche (sogenannte Karlsruher Flasche) mittels Sauerstoffmessgerät und -elektrode. Der Inhalt der Flasche wird gerührt (Magnetrührstäbchen und Magnetrührer) und für die Dauer der Messung in einem thermostatisierten Schrank bei  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  inkubiert. Die Messung wird entweder kontinuierlich 3 Stunden aufgezeichnet oder nach 10 Minuten, nach einer, zwei und drei Stunden abgelesen.

Die Eichung der Sauerstoffelektrode erfolgt nach Angaben des Herstellers.

Die Messung wird wie folgt durchgeführt:

Wasser (vom Probenahmeort) wird bis zur Sauerstoffsättigung belüftet (mittels Rührer oder Fritte/Luftpumpe). Dieses Wasser wird in die Kragenflasche gefüllt. Ein Magnetrührstäbchen wird in die Flasche gegeben und der Referenzwert bestimmt. Aus der Bodenprobe wird mittels einer Kunststoffspritze mit aufgeweiteter Kanüle die Menge von ca.  $2\text{ cm}^3$  aufgenommen und in die Kragenflasche überführt. Eine gleichgroße Menge wird in einen Porzellantiegel zur Bestimmung des Nass- und Trockengewichts (nach DIN 38 414 bzw. DEV S3) gegeben. Die Kragenflasche wird mit belüftetem Wasser aufgefüllt, die Sauerstoffelektrode eingesetzt und das Messgerät eingeschaltet. Das Rührgerät wird eingeschaltet und die Startzeit notiert. Die Messung des Sauerstoffgehalts erfolgt ab Startzeit kontinuierlich oder nach den unter 2.1 genannten Zeiten.

Aus der Abnahme des Sauerstoffgehalts wird die Sauerstoffzehrung berechnet und auf das Nass- und Trockengewicht des Sediments bezogen. Angabe in  $\text{g O}_2/\text{kg}$  Trockengewicht nach 10 Minuten sowie nach 1, 2 und 3 Stunden.

Die Beschreibung der Methode ist veröffentlicht durch Müller, D., Pfitzner, S. und Wunderlich, M: Auswirkungen von Baggergutumlagerungen auf den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt von Fließgewässern. Wasser & Boden, Vol. 50, Bd. 10, S. 26-32 (1998).

## II. 15 Rohdichte

*DIN ISO 11508, Ausgabe Mai 2002*

Bodenbeschaffenheit: Bestimmung der Kornrohichte

## II. 16 Atmungsaktivität, bestimmt über 4 Tage im Laborversuch ( $AT_4$ )

Testgerät:

Die Bestimmung des  $AT_4$  erfolgt mit einem Sapromat, Respiromat oder einem gleichwertigen Gerät. Alle Abweichungen von der nachfolgend aufgeführten Methode sind zu dokumentieren.

Temperatur:

20 ± 1 °C im temperierten Wasserbad oder Klimaraum.

Probenlagerung:

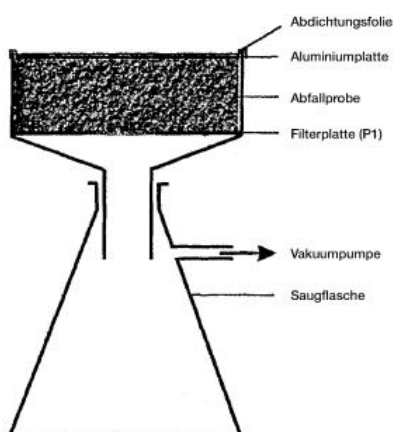
Innerhalb von 48 Stunden nach der Probennahme müssen die Probenaufbereitungen abgeschlossen und der Test gestartet sein. In diesem Zeitraum sind Temperaturen über 4 °C maximal 24 Stunden zulässig. Ist diese Vorgehensweise nicht zu gewährleisten, so ist die Probe innerhalb von 24 Stunden nach der Probennahme bei –18 bis –20 °C einzufrieren. Das Einfrieren der Probe ist bei der Auswertung zu dokumentieren. Das schonende Auftauen der Probe soll innerhalb von 24 Stunden erfolgen, dabei darf die Temperatur 20 °C nicht überschreiten.

Probenaufbereitung:

Die Originalprobe ist in ihrer Gesamtheit feucht auf eine Korngröße kleiner oder gleich 10 mm zu zerkleinern. Gegebenenfalls können Störstoffe (Glas, Steine und Metalle) vor dem Zerkleinern ausgeschleust werden. Ihre Massenanteile sind bei der Auswertung des Versuchs zu berücksichtigen.

Einstellung des Wassergehaltes:

300 g der aufbereiteten Probe werden mit 300 ml Leitungswasser angefeuchtet und in die in Bild 1 beschriebene Apparatur überführt. Nach Auflegen des Deckels und Abdichtung wird ein Unterdruck von ca. 100 000 Pa (Wasserstrahlvakuum) angelegt und über 30 Minuten gehalten. Das abfiltrierte Wasservolumen ist zu bestimmen und von den zugegebenen 300 ml Leitungswasser abzuziehen. Die so ermittelte Wassermasse ist dem Teil der Probe zuzugeben, der in die Testapparatur eingebaut wird. Liegt der Wassergehalt der einzusetzenden Probe über dem ermittelten Wassergehalt, so ist die Probe ohne weiteres Anfeuchten in die in Bild 1 beschriebene Apparatur zu überführen, über 30 Minuten dem Unterdruck in der Saugnutsche auszusetzen und in die Testapparatur einzubauen.



Saugflasche, vakuumfest, Inhalt 1 bis 2 Liter, mit Gummikonus  
 Filternutsche, Durchmesser 120 mm, Filterplatte (P1), Inhalt 1 Liter Ausführung mit senkrechten Seitenwänden  
 Aluminiumplatte, Durchmesser gleich Innendurchmesser Nutsche  
 Vakuumpumpe und Unterdruckmanometer


Bild 1: Apparatur zur Einstellung des Wassergehaltes

Probemenge:

Es werden 40 g Probe, die auf den oben ermittelten Wassergehalt eingestellt wurde, eingesetzt.

Anzahl der Parallelansätze:

Die Proben werden in drei Parallelansätzen untersucht.

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 17 von 51	

#### Versuchsdauer und Auswertung:

Der Bewertungszeitraum beträgt vier Tage und beginnt nach der anfänglichen lag-Phase. Die lag-Phase ist beendet, wenn der mittlere Sauerstoffverbrauch, ausgedrückt als Drei-Stunden-Mittelwert, 25 Prozent des Wertes beträgt, der sich als Drei-Stunden-Mittelwert im Bereich der größten Steigung des Sauerstoffverbrauchs innerhalb der ersten vier Tage ergibt. Die Masse des in der lag-Phase verbrauchten Sauerstoffs wird von der Masse des in der gesamten Versuchsdauer (lag-Phase plus vier Tage) verbrauchten Sauerstoffs abgezogen und darf nicht mehr als 10 Prozent des Gesamtwertes betragen. Ansonsten darf die Bestimmung nicht gewertet werden. Die Messwerte sind stündlich zu erfassen. Zur Darstellung der Analysenfunktion und der Drei-Stunden-Mittelwerte werden auf der x-Achse die Versuchsdauer (in Stunden) und auf der y-Achse die summierten Sauerstoffmassen (in mg O<sub>2</sub> je g Trockenmasse) aufgetragen.

#### Angabe des Ergebnisses:

Das Ergebnis wird mit zwei signifikanten Stellen in mg O<sub>2</sub> je g Trockenmasse angegeben. Es sind der Mittelwert und die Standardabweichung anzugeben. Weicht ein einzelner Wert der Dreifachbestimmung mehr als 20 Prozent vom Mittelwert ab, so ist der Wert als Ausreißer zu eliminieren. Die Berechnung des neuen Mittelwertes erfolgt aus den zwei verbleibenden Werten.

### **II. 17 Gasbildung, bestimmt über 21 Tage im Laborversuch (GB<sub>21</sub>)**

*DIN 38414-8, Ausgabe Juni 1985*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung des Faulverhaltens (S8)

### **II. 18 Säureneutralisierungskapazität**

*LAGA-Richtlinie EW 98 (EW 98S, Standardverfahren), Ausgabe 2002*

Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich Herstellung und Untersuchungen von wässrigen Eluaten

### **II. 19 H<sub>0</sub>- oberer Brennwert**

*DIN EN 15170, Ausgabe November 2006*

Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung des Brenn- und Heizwertes

### **II. 20 Aufschluss für X ges.**

*DIN EN 13346, Ausgabe April 2001*

Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung von Spurenelementen und Phosphor – Extraktion mit Königswasser, Variante A

## **II. 21 CaCO<sub>3</sub>**

*DIN 18129, Ausgabe November 1996*

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Kalkgehaltsbestimmung

## **II. 22 P ges**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## **II. 23 CaO ges.**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## **II. 24 MgO ges.**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)


## **II. 25 Na<sub>2</sub>O ges.**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 19 von 51	

## II. 26 K<sub>2</sub>O ges.

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## II. 27 P pflanzenverfügbar

### Herstellung der Extrakte

*VDLUFA A 6.2.1.1, Ausgabe 2002*

Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-Lactat-(CAL)-Auszug

*VDLUFA A 6.2.1.2, Ausgabe 1991*

Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppel-Lactat-(DL)-Auszug

### Bestimmung

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## II. 28 K pflanzenverfügbar

### Herstellung der Extrakte

*VDLUFA A 6.2.1.1, Ausgabe 2002*

Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-Lactat-(CAL)-Auszug


*VDLUFA A 6.2.1.2, Ausgabe 1991*

Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppel-Lactat-(DL)-Auszug

### Bestimmung

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 20 von 51	

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## **II. 29 Mg pflanzenverfügbar**

### **Herstellung der Extrakte**

*VDLUF A 6.2.1.1, Ausgabe 1991*

Bestimmung des pflanzenverfügbaren Magnesiums im Calciumchlorid-Auszug

### **Bestimmung**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

## **II. 30 NH<sub>4</sub>-N pflanzenverfügbar**

*DIN ISO 14255, Ausgabe November 1998*

Bestimmung von Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und löslichem Gesamt-Stickstoff in luftgetrockneten Böden nach Extraktion mit Calciumchlorid-Lösung

*DIN ISO/TS 14256-1, Ausgabe November 2003*

Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in feldfrischen Böden nach Extraktion mit Kaliumchloridlösung; Teil 1: Manuelles Verfahren

*DIN ISO/TS 14256-2, Ausgabe Juli 2006*

Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in feldfrischen Böden nach Extraktion mit Kaliumchloridlösung; Teil 2: Automatisiertes Verfahren mittels segmentierter Durchflussanalytik


## **II. 31 NO<sub>3</sub>-N pflanzenverfügbar**

*DIN ISO 14255, Ausgabe November 1998*

Bestimmung von Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und löslichem Gesamt-Stickstoff in luftgetrockneten Böden nach Extraktion mit Calciumchlorid-Lösung

*DIN ISO/TS 14256-1, Ausgabe November 2003*

Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in feldfrischen Böden nach Extraktion mit Kaliumchloridlösung; Teil 1: Manuelles Verfahren

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 21 von 51	

*DIN ISO/TS 14256-2, Ausgabe Juli 2006*

Bestimmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in feldfrischen Böden nach Extraktion mit Kaliumchloridlösung; Teil 2: Automatisiertes Verfahren mittels segmentierter Durchflussanalytik

## **II. 32 S<sub>min</sub> pflanzenverfügbar**

*VDLUFA, 29. Ergänzungslieferung, Ausgabe September 2008*

Bestimmung von löslichem Schwefel in Bodenprofilen

## **II. 33 EOX**

*DIN 38414-17, Ausgabe November 1989*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung von ausblasbaren und extrahierbaren, organisch gebundenen Halogenen (S 17)


## **II. 34 Extrahierbare lipophile Stoffe**

*LAGA Mitteilung KW/04, Stand November 2004*

## **II. 35 Cyanid (ges.)**

*E DIN ISO 11262, Ausgabe Juni 1994*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cyaniden

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 22 von 51	

## zu Anlage 3 Parameter der Feststoffuntersuchungen (Organische Schadstoffe)

### II. 36 Mineralölkohlenwasserstoffe (C10 bis C40; C10 bis C22)

*DIN EN ISO 16703, Ausgabe Dezember 2005*

Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40

*DIN EN 14039, Ausgabe Januar 2005*

Charakterisierung von Abfällen, Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie

*LAGA Mitteilung KW/04, Stand November 2004*

### II. 37 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA, hohe Bestimmungsgrenze)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, im Folgenden PAK genannt:


- Naphthalin
- Acenaphthen
- Acenaphthylen
- Fluoren
- Phenanthren
- Anthracen
- Fluoranthren
- Pyren
- Benz(a)anthracen
- Chrysen
- Benzo(b)fluoranthren
- Benzo(k)fluoranthren
- Benzo(a)pyren
- Dibenz(a,h)anthracen
- Benzo(ghi)perylen
- Indeno(1,2,3-cd)pyren

#### Probenvorbereitung

Die PAK sind aus gefriergetrockneten auf < 2 mm abgeseihten und danach auf < 100 µm gemahlene Teilproben (Boden, Sediment oder Schwebstoff) zu bestimmen. Während des Mahlvorganges darf die Proben temperatur 40°C nicht übersteigen. Die Proben sind bis zur Gefrier-trocknung tiefgefroren zu lagern. Die Extraktion ist mit Soxhlet, PLE oder als Mikrowellenextraktion durchzuführen.

Nach prEN 16181:2010 sind mindestens 5 <sup>13</sup>C-bzw. <sup>2</sup>H-markierte PAKs als interne Standards einzusetzen, die den Probenextrakten vor weiteren Reinigungsschritten zuzusetzen sind.



Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 23 von 51	

Eine Probenvorreinigung, z.B. über Kieselgel/Cyanophase oder Aluminiumoxid/Kupfer und GPC wird empfohlen, um gut auswertbare Chromatogramme zu erhalten.


Die Bestimmung der PAK erfolgt mittels GC/MS über eine standardisierte Methode, die mit dem Auftraggeber abzustimmen ist (z.B. analog DIN ISO 18287 oder prEN 16181:2010). Die Kalibrierung muss aus mindestens 6 Kalibrierpunkten bestehen. Erstreckt sich der gemessene Konzentrationsbereich über mehrere Dekaden muss die Anzahl der Kalibrierpunkte entsprechend erhöht werden. Diese müssen den Messbereich vollständig abdecken und den Gehalt der Probe umschließen. Ggf. ist ein geeignetes Aliquot des Extraktes für die Analyse einzusetzen oder die Probe mit angepasster Einwaage neu zu extrahieren. Alternativ können geeignete Kalibrierpunkte ergänzt werden. In jeder Analysenserie werden in regelmäßigen Abständen zusätzlich Kalibrierstandards gemessen, um die Stabilität des Messgerätes zu überprüfen.

Änderungen der Methode seitens des Auftragnehmers während der Laufzeit des Rahmenvertrages sind vor ihrem Einsatz mit dem Auftraggeber abzustimmen. Der Auftraggeber behält sich vor, geringfügige Änderungen in der Methode nach Abstimmung mit dem Auftragnehmer vorzugeben. Wirken sich die vom Auftraggeber geforderten Verfahrensänderungen auf den Preis aus, so werden Änderungen ggf. als Nachtrag beauftragt.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt bei Feststoffproben in mg/kg bezogen auf die Trockenmasse.

Folgende qualitätssichernden Maßnahmen sind in jeder Analysenserie durchzuführen:

- Bestimmung und Angabe des Blindwertes über das Gesamtverfahren einschließlich Extraktion.
- Erfolgt die Kalibrierung nicht über das Gesamtverfahren, wie bei der Bestimmung von PAK in Sedimenten und Böden oft angewendet, ist mindestens eine Doppelbestimmung der Wiederfindungen für die zu bestimmenden PAK über die Probenreinigung und die analytische Bestimmung in jeder Probenserie durchzuführen. Zur Ermittlung der Wiederfindungen sollte eine Standardlösung mit allen Analyten entsprechend einer Probenkonzentration von 0,05 - 0,2 mg/kg eingesetzt werden. Alternativ können die Wiederfindungen auch aus der Aufstockung einer Realprobe mit einer Standardlösung ermittelt werden. Die Konzentrationen der einzelnen PAK in der Realprobe sollten dabei in einem Konzentrationsbereich unter 0,5 mg/kg liegen.
- Die relativen einfachen Standardabweichungen der Ergebnisse vom Mittelwert/Sollwert des zertifizierten/internen Referenzmaterials dürfen 25 % nicht überschreiten. Andernfalls ist Rücksprache mit dem Auftraggeber zu halten.

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 24 von 51	

## **II. 38 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA, niedrige Bestimmungsgrenze)**

siehe Leistungsposition II. 37

## **II. 39 Polychlorierte Biphenyle (PCB hohe Bestimmungsgrenze)**

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

Polychlorierte Biphenyle

- PCB 28
- PCB 52
- PCB 101
- PCB 118
- PCB 138
- PCB 153
- PCB 180

Die Probenaufarbeitung der PCBs kann zusammen mit den Organochlorpestiziden erfolgen. Beide Schadstoffgruppen werden im Nachfolgenden mit SHKW angesprochen (Schwerflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe).

Probenvorbereitung von festen Proben:

Die SHKW sind aus gefriergetrockneten auf <2 mm abgeseihten und danach auf <100 µm gemahlene Teilproben (Boden, Sediment oder Schwebstoff) zu bestimmen. Während des Mahlvorganges darf die Probentemperatur 40°C nicht übersteigen. Die Proben sind bis zur Gefrier-trocknung tiefgefroren zu lagern.

Die Bestimmung der SHKW erfolgt mittels GC/MS über eine standardisierte Methode, die mit dem Auftraggeber abzustimmen ist (z.B. analog prEN 16167:2010 oder DIN EN 15308). Die Kalibrierung muss aus mindestens 6 Kalibrierpunkten bestehen. Erstreckt sich der gemessene Konzentrationsbereich über mehrere Dekaden muss die Anzahl der Kalibrierpunkte entsprechend erhöht werden. Diese müssen den Messbereich vollständig abdecken und den Gehalt der Probe umschließen. Ggf. ist ein geeignetes Aliquot des Extraktes für die Analyse einzusetzen oder die Probe mit angepasster Einwaage neu zu extrahieren. Alternativ können geeignete Kalibrierpunkte ergänzt werden.

In jeder Analysenserie werden in regelmäßigen Abständen zusätzlich Kalibrierstandards gemessen, um die Stabilität des Messgerätes zu überprüfen.

Die Extraktion ist mit Soxhlet, PLE oder als Mikrowellenextraktion mit einem geeigneten Löse-mittelgemisch (z.B. Hexan/Aceton, 2:1) durchzuführen.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt als SHKW in µg/kg bezogen auf die Trockenmasse.

Folgende qualitätssichernden Maßnahmen sind in jeder Analysenserie durchzuführen:

- Bestimmung und Angabe des Blindwertes über das Gesamtverfahren einschließlich Extraktion.
- Erfolgt die Kalibrierung mit externem Standard nicht über das Gesamtverfahren, wie bei der Bestimmung von SHKW in Sedimenten und Böden oft angewendet, ist mindestens eine Doppelbestimmung der Wiederfindungen für die zu bestimmenden SHKW über die Probenreinigung und die analytische Bestimmung durchzuführen. Zur Ermittlung der Wiederfindungen kann eine Standardlösung im Konzentrationsbereich von 20 - 100 pg/μl, die alle zu untersuchenden Verbindungen enthält, eingesetzt werden. Alternativ können die Wiederfindungen auch aus der Aufstockung einer Realprobe mit einer Standardlösung ermittelt werden.
- Bei der Analyse der SHKW müssen jeder Probe mindestens folgende <sup>13</sup>C-markierte / ggf. deuterierte Standards zugesetzt werden (2 PCBs, 1 HCH, p,p'-DDT, HCB und ein weiteres Chlorbenzol), um signifikante matrixbedingte Einflüsse auf die Wiederfindungen erkennen zu können. Außerdem muss den gereinigten Extrakten vor der Injektion ein weiterer Kontrollstandard zur Kontrolle des Volumens und der Injektion zugesetzt werden.
- Die relativen einfachen Standardabweichungen der Ergebnisse vom Mittelwert/Sollwert des zertifizierten/internen Referenzmaterials und der Doppelbestimmungen sollen 25% nicht überschreiten. Andernfalls ist Rücksprache mit dem Auftraggeber zu halten.

## II. 40 Polychlorierte Biphenyle (PCB niedrige Bestimmungsgrenze)

siehe Leistungsposition II. 39

## II. 41 Organochlorpestizide (hohe Bestimmungsgrenze)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

### Hexachlorcyclohexane

- α-HCH
- β-HCH
- γ-HCH

### DDT und Abbauprodukte

- o,p'-DDT
- p,p'-DDT
- o,p'-DDD
- p,p'-DDD
- o,p'-DDE
- p,p'-DDE


### Chlorbenzole

- 1,2,3-Trichlorbenzol
- 1,3,5-Trichlorbenzol
- 1,2,4-Trichlorbenzol
- 1,2,3,4-Tetrachlorbenzol
- 1,2,3,5-Tetrachlorbenzol
- 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol
- Pentachlorbenzol
- Hexachlorbenzol

### Sonstige

- Hexachlorbutadien
- Aldrin

siehe Leistungsposition II. 39

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 26 von 51	

## II. 42 Organochlorpestizide (niedrige Bestimmungsgrenze)

siehe Leistungsposition II. 39

## II. 43 Organozinnverbindungen

*DIN 19744, Ausgabe August 2003*

Identifizierung und Quantifizierung von Organozinnverbindungen in Feststoffen (Böden, Sedimente, Abfälle)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Organozinnverbindungen:

- Monobutylzinn
- Dibutylzinn
- Tributylzinn
- Monooctylzinn
- Tetrabutylzinn
- Dioctylzinn
- Tricyclohexylzinn
- Triphenylzinn


Die Organozinnverbindungen sind im Allgemeinen aus nassen Teilproben zu bestimmen. Diese Proben sind bis zur Analyse tiefgefroren zu lagern.

Die Bestimmung der Organozinnverbindungen erfolgt gemäß einer standardisierten Methode, (DIN 19744). Die Kalibrierung umfasst mindestens 6 Kalibrierpunkte, die die Konzentration, die in der Probe analysiert wird, umschließen. Ggf. ist die Probe mit angepasster Einwaage neu zu extrahieren/derivatisieren. Alternativ können geeignete Kalibrierpunkte ergänzt werden. Den Kalibrierlösungen sowie den zu analysierenden Proben sind pro Alkylierungsstufe je ein interner Standard zuzufügen (Monoheptylzinnchlorid, Diheptylzinnchlorid, Tripropylzinnchlorid und Tetrapropylzinn, oder markierte interne Standards pro Alkylierungsstufen), um die Vollständigkeit der Derivatisierung und Extraktion überprüfen zu können. Die Zahlenwerte der relativen Response der internen Standards in den Kalibrierlösungen sollen um nicht mehr als 20 % von denen der Probenlösungen abweichen. Andernfalls ist matrixbedingt eine unvollständige Derivatisierung und/oder Extraktion zu vermuten. Die Quantifizierung kann bei Übereinstimmung der relativen Response mit jedem internen Standard durchgeführt werden, vorzugsweise sollte jedoch mit dem alkylierungsspezifischen Standard oder einem chromatographisch zeitlich nahe zu den Zielverbindungen eluierenden internem Standard quantifiziert werden. Die Kalibrierung mit mindestens 6 Punkten ist in jeder Analysenserie zu messen und für die Auswertung heranzuziehen. In jeder Analysenserie werden in regelmäßigen Abständen zusätzliche Kalibrierstandards gemessen, um die Stabilität des Messgerätes zu überprüfen.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt als Organozinnkonzentration bzw. als TeBT in µg/kg bezogen auf die Trockenmasse.

Folgende qualitätssichernden Maßnahmen sind in der Analysenserie durchzuführen:

- Bestimmung und Angabe des Blindwertes über das Gesamtverfahren

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 27 von 51	

Bestimmung von externen- / internen Referenzmaterial in jeder Serie. Die relative Standardabweichungen der Ergebnisse vom Soll/Mittelwert dürfen die 25% nicht überschreiten.

- Bestimmung der Wiederfindungsraten für die zu bestimmenden Organozinnverbindungen über das Gesamtverfahren (Probenextraktion, -reinigung und analytische Bestimmung). Wiederfindungsexperimente werden üblicherweise durchgeführt, in dem eine Realprobe mit einem bekannten Gehalt an Zielverbindung versetzt wird und der zugesetzte Gehalt mit dem ermitteltem Gehalt verglichen wird. Die Ergebnisse dieser Messungen sind zu berichten.

Doppelbestimmungen von untersuchenden Proben (1 Doppelbestimmung je 50 Proben).


- In einem Konzentrationsbereich der OZV zwischen 1 - 5 µg/kg TS dürfen die Abweichungen der Ergebnisse bei Doppelbestimmungen nicht mehr als 100 % vom Mittelwert betragen. Bei Konzentrationen der OZV von 5 - 100 µg/kg TS dürfen die Abweichungen der Ergebnisse bei Doppelbestimmungen nicht mehr als 30 % vom Mittelwert betragen. Bei Konzentrationen über 300 µg OZV/kg TS dürfen die Abweichungen der Ergebnisse bei Doppelbestimmungen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert betragen.
- Die Bestimmungsgrenzen der OZV von 1 µg/kg TS angegeben als OZV-Kation bzw. als TeBT sind grundsätzlich einzuhalten. Abweichungen nach oben werden vom Auftraggeber im Einzelfall gesondert aufgeführt. Die niedrigen Bestimmungsgrenzen können in der Regel mit einer Einwaage entsprechend 10 g Trockensubstanz für die OZV-Analytik erreicht werden. Liegen die Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenzen, sind diese für die jeweilige Probe unter Berücksichtigung der Einwaage zu ermitteln und im Ergebnisbericht anzugeben.

## II. 44 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- Dichlormethan
- Trichlormethan
- Tetrachlormethan
- 1,2-Dichlorethan
- 1,1-Dichlorethen
- cis-1,2-Dichlorethen
- 1,1,1-Trichlorethan
- Trichlorethen
- Tetrachlorethen

Handbuch Altlasten, Bd. 7: Analysenverfahren; Teil 4 – Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich, Ausgabe 2000, Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 28 von 51	

## II. 45 BTEX-Aromaten

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- Benzol
- Toluol
- Ethylbenzol
- Xylol (o-, m- p-)
- Styrol
- Cumol
- n-Propylbenzol

*DIN 38407-9, Ausgabe Mai 1991*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (F9)

Handbuch Altlasten, Bd. 7: Analysenverfahren; Teil 4 – Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich, Ausgabe 2000, Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie

## zu Anlage 4 Feststoffuntersuchungen Schwermetalle

### II. 46 Aufschluss

*DIN EN 13346, Ausgabe April 2001*

Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung von Spurenelementen und Phosphor – Extraktion mit Königswasser, Variante A

### II. 47 Antimon

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*


Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 29 von 51	

## II. 48 Arsen

*DIN EN ISO 11969, Ausgabe November 1996*

Bestimmung von Arsen – Atomspektrometrie (Hydridverfahren)

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

## II. 49 Beryllium

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)


*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 50 Blei

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 30 von 51	

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 51 Cadmium**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 52 Chrom**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)


*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren



Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 31 von 51	

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 53 Kobalt**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 54 Kupfer**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren


*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 55 Molybdän**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 32 von 51	

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 56 Nickel**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 57 Quecksilber**

*DIN EN 1483, Ausgabe Juli 2007,*


Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie

*DIN EN ISO 17852, Ausgabe April 2008*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie

## **II. 58 Selen**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 33 von 51	

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

## **II. 59 Thallium**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 60 Uran**

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 61 Vanadium**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*


Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 34 von 51	

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 62 Zink**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## zu Anlage 5 Probenvorbereitung der wässrigen Proben

### II. 63 Herstellung von S4-Eluaten

*DIN 38414-4, Ausgabe Oktober 1984*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S4)

### II. 64 Herstellung von Eluaten nach LAGA

*LAGA-Richtlinie EW 98 (EW 98S, Standardverfahren), Ausgabe 2002*

Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich Herstellung und Untersuchungen von wässrigen Eluaten

Folgende Vorgaben sind bei der Herstellung der Eluate zu beachten:

#### Ansatz:

100 g TS der ungetrockneten Originalprobe in 2-L-Weithalsflaschen aus Braunglas einwiegen. Es wird bezogen auf 100 g Trockenmasse soviel Wasser eingewogen, dass der Gesamtgehalt der Flasche 1100 g beträgt. Material größer 40 mm wird gebrochen.

#### Elution

Die Elutionsdauer beträgt 24 h.

Eingesetzt werden können Vertikal-(Überkopf-) Schüttler oder Horizontalschüttler.

Schüttelgeschwindigkeit:	Überkopf:	10 min <sup>-1</sup>
	Horizontal:	120 min <sup>-1</sup>

#### Zentrifugation

Die Sedimentationsdauer nach der Elution beträgt 15 min. Danach den Überstand möglichst vollständig in einen (mehrere) Zentrifugenbecher überführen.

Geschwindigkeit/Dauer: 30 min bei 2000 x g.

#### Filtration (Anhang E DIN EN 12457-4)

Die Filtration erfolgt mit einem Cellulosenitrat-Membranfilter.


Durchmesser: 142 mm

Porenweite: 0,45 µm

Eingesetzt wird eine Druckfiltrationsapparatur für Membranfilter. Alle medienführenden Teile sind aus PTFE.

Die folgenden Arbeitsschritte sind dem Anhang E der DIN EN 12457 (E.2.3) entnommen.

- (Weitestgehend) vollständiges Dekantieren der überstehenden Flüssigkeit in die Membrandruckfiltrationsapparatur.
- 5 min drucklose Filtration

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 36 von 51	

- wenn nach 15 min bei 1 bar weniger als zwei Drittel des Eluates das Filter passiert hat, wird der Druck auf 2 bar erhöht.
- Nach weiteren 30 min bei 2 bar wird, wenn noch nicht alles filtriert ist, der Druck auf 3,5 bar erhöht.
- ist die Filtration nach 120 min nicht vollständig, wird die Filtration abgebrochen und mit dem bis dahin gewonnenem aber unvollständigen Filtrat weitergearbeitet.

Wurde die Filtration abgebrochen ist dies zu dokumentieren und die erhaltene Menge an Eluat ist abzuschätzen. Die Eluate werden parameterspezifisch entsprechend DIN EN ISO 5667-3 konserviert und gelagert.

Blindwertkontrolle:

Gemäß DIN EN 12457 (5.4) sind Blindwertkontrollen durchzuführen. Ein Volumen des Auslaugungsmittels von 0,95 L wird dem gesamten Elutionsverfahren unterzogen. Die Blindwerte werden nicht vom Ergebnis des Auslaugungstest abgezogen. Die Blindwertproben werden ebenfalls konserviert.

Sonstiges:

Trübe Eluate werden zur Analytik aufgeschlossen.

## **II. 65 Eluatherstellung mit Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis 10/1**

*DIN EN 12457-4, Ausgabe Januar 2003*

Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)

## **II. 66 Trogversuch**

*LAGA-Richtlinie EW 98 (EW 98T, Trogverfahren), Ausgabe 2002*

Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich Herstellung und Untersuchungen von wässrigen Eluaten


## **II. 67 Perkulationsversuch**

*DIN 19528, Ausgabe Januar 2009*

Elution von Feststoffen – Perkulationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung von anorganischen und organischen Stoffe

## **II. 68 Gewinnung von Porenwässern**

siehe Anhang III „Ökotoxikologische Untersuchungen“

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 37 von 51	

## **zu Anlage 6 Allgemeine Parameter in wässrigen Proben**

### **II. 69 Trübung**

*DIN EN ISO 7027, Ausgabe April 2000*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Trübung

### **II. 70 pH-Wert**

*DIN 38404-5, Ausgabe Juli 2009*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C) - Teil 5: Bestimmung des pH-Werts (C 5)

### **II. 71 Elektrische Leitfähigkeit**

*DIN EN 27888, Ausgabe November 1993*

Wasserbeschaffenheit; Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

### **II. 72 Abdampfrückstand**

*DIN 38409 – 1, Ausgabe Januar 1984*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes, des Filtratrockenrückstandes und des Glührückstandes (H 1)

### **II. 73 DOC**

*DIN EN 1484, Ausgabe August 1997*

Wasseranalytik – Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)


### **II. 74 Ammonium-N**

*DIN 38406 – 5, Ausgabe Oktober 1983*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E 5)

*DIN EN ISO 11732, Ausgabe Mai 2005*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Ammoniumstickstoff - Verfahren mittels Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion.

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 38 von 51	

## II. 75 Chlorid

*DIN EN ISO 10304-2, Ausgabe November 1996*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie – Teil 2: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat und Sulfat in Abwasser

*DIN 38405-1, Ausgabe Januar 1985*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D) – Bestimmung der Sulfat-Ionen (D 1)

*DIN EN ISO 15682, Ausgabe Januar 2002*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Chlorid mittels Fließanalyse (CFA und FIA) und photometrischer oder potentiometrischer Detektion

## II. 76 Cyanid gesamt

*DIN EN ISO 14403, Ausgabe Juli 2002*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Gesamtcyanid und freiem Cyanid mittels Fließanalytik (FIA und CFA) - Teil 2: Verfahren mittels kontinuierlicher Durchflussanalyse (CFA)

## II. 77 Cyanid (leicht freisetzbar)

*DIN 38405-14, Ausgabe Dezember 1988*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D) – Bestimmung von Cyaniden in Trinkwasser, geringbelastetem Grund- und Oberflächenwasser (D 14).

*DIN 38405-13, Ausgabe November 2006*

Bei sulfidhaltigen Abfällen. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Cyaniden (D 13)

## II. 78 Fluorid


*DIN 38405-4, Ausgabe Juli 1985*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Fluorid (D 4)

*DIN EN ISO 10304-1, Ausgabe April 1995*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Anionen Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat mittels Ionenchromatographie – Teil 1: Verfahren für gering belastete Wässer



Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 39 von 51	

## II. 79 Sulfat

*DIN EN ISO 10304-2, Ausgabe November 1996*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie – Teil 2: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat und Sulfat in Abwasser

Alternativ:

*DIN 38405-5, Ausgabe Januar 1985*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D) – Bestimmung der Sulfat-Ionen (D 5)

## II. 80 Nitrat

*DIN EN ISO 10304-1, Ausgabe Juli 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat

*DIN EN ISO 13395, Ausgabe Dezember 1996*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Nitritstickstoff, Nitratstickstoff und der Summe von beiden mit der Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion

## II. 81 Nitrit

*DIN EN ISO 10304-1, Ausgabe Juli 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat

*DIN EN ISO 13395, Ausgabe Dezember 1996*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Nitritstickstoff, Nitratstickstoff und der Summe von beiden mit der Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion


## II. 82 o-Phosphat

*DIN EN ISO 10304-1, Ausgabe Juli 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat

*DIN EN ISO 13395, Ausgabe Dezember 1996*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Nitritstickstoff, Nitratstickstoff und der Summe von beiden mit der Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 40 von 51	

## **II. 83 Gesamtstickstoff**

*DIN EN 12260, Ausgabe Dezember 2003*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Stickstoff – Bestimmung von gebundenem Stickstoff (TNb) nach Oxidation zu Stickstoffoxiden

*EN ISO 11905-1, Ausgabe August 1998*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Stickstoff – Teil 1: Bestimmung von Stickstoff nach oxidativem Ausfusschluss mit Peroxodisulfat

## **II. 84 AOX**

*DIN 38409-8, Ausgabe September 1984*

Wasserbeschaffenheit - Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) – Bestimmung der extrahierbaren gebundenen Halogene (EOX) (H 8)

*DIN 38414-17, Ausgabe November 1989*

Titel (deutsch): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung von ausblasbaren und extrahierbaren, organisch gebundenen Halogenen (S 17)

## **II. 85 Phenolindex**

*DIN 38409-16, Ausgabe Juni 1984*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Phenolindex

*DIN EN ISO 14402, Ausgabe Dezember 1999*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Phenolindex mit der Fließanalytik (FIA und CFA)

## zu Anlage 7 Parameterliste der wässrigen Proben (Organische Chemie)

### II. 86 Bestimmung des Kohlenwasserstoff-Index

*DIN EN ISO 9377, Ausgabe Juli 2001*

Bestimmung des Kohlenwasserstoff-Index; Teil 2: Verfahren nach Lösemittlextraktion und Gaschromatographie (H 53)

### II. 87 BTEX-Aromaten

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- Benzol
- Toluol
- Ethylbenzol
- Xylol (o-, m- p-)
- Styrol
- Cumol
- n-Propylbenzol

*DIN 38407-9, Ausgabe Mai 1991*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfaßbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (F 9)

*DIN ISO 11423-1, Ausgabe 1997-06*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten - Teil 1: Gaschromatographisches Verfahren nach Dampfraumanalyse

*DIN ISO 11423-2, Ausgabe Juni 1996*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten - Teil 2: Verfahren mit Extraktion und Gaschromatographie


### II. 88 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| • Dichlormethan    | • cis-1,2-Dichlorethen |
| • Trichlormethan   | • 1,1,1-Trichlorethan  |
| • Tetrachlormethan | • Trichlorethen        |
| • 1,2-Dichlorethan | • Tetrachlorethen      |
| • 1,1-Dichlorethen |                        |

*DIN EN ISO 10301, Ausgabe August 1997*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe - Gaschromatographische Verfahren (ISO 10301:1997); Deutsche Fassung EN ISO 10301:1997

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 42 von 51	

## II. 89 Polychlorierte Biphenyle

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- PCB 28
- PCB 52
- PCB 101
- PCB 118
- PCB 138
- PCB 153
- PCB 180

*DIN 38407-3, Ausgabe Juli 1998*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F) - Teil 3: Gaschromatographische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (F 3)


## II. 90 DDT und Abbauprodukte (inkl. Aldrin)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analyten:

- Aldrin
- o,p'-DDT
- p,p'-DDT
- o,p'-DDD
- p,p'-DDD
- o,p'-DDE
- p,p'-DDE

*DIN 38407-2, Ausgabe Februar 1993*

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Gaschromatographische Bestimmung von schwerflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (F 2)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 43 von 51	

## II. 91 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, im Folgenden PAK genannt:

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

### Probenvorbereitung von wässrigen Proben

Die Extraktion der wässrigen Proben erfolgt vorzugsweise nach ISO/DIS 28540, DIN EN ISO 17993 oder einem gleichwertigen Verfahren. Die Proben sind bis zur Extraktion kühl (1-5°C) für maximal 7 Tage zu lagern.

Nach prEN 16181:2010 sind mindestens 5 <sup>13</sup>C-bzw.<sup>2</sup>H-markierte PAKs als interne Standards einzusetzen, die den Proben vor der Extraktion zuzusetzen sind.

Eine Probenvorreinigung, z.B. über Kieselgel/Cyanophase oder Aluminiumoxid/Kupfer und GPC wird empfohlen, um gut auswertbare Chromatogramme zu erhalten.

Die Bestimmung der PAK erfolgt mittels GC/MS über eine standardisierte Methode, die mit dem Auftraggeber abzustimmen ist (z.B. ISO/DIS 28540). Die Kalibrierung muss aus mindestens 6 Kalibrierpunkten bestehen. Erstreckt sich der gemessene Konzentrationsbereich über mehrere Dekaden muss die Anzahl der Kalibrierpunkte entsprechend erhöht werden. Diese müssen den Messbereich vollständig abdecken und den Gehalt der Probe umschließen. Ggf. ist ein geeignetes Aliquot des Extraktes für die Analyse einzusetzen oder die Probe mit angepasster Einwaage neu zu extrahieren. Alternativ können geeignete Kalibrierpunkte ergänzt werden. In jeder Analysenserie werden in regelmäßigen Abständen zusätzliche Kalibrierstandards gemessen, um die Stabilität des Messgerätes zu überprüfen.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt bei wässrigen Proben in µg/L.

Folgende qualitätssichernden Maßnahmen sind in jeder Analysenserie durchzuführen:

- Bestimmung und Angabe des Blindwertes über das Gesamtverfahren einschließlich Extraktion.

- Erfolgt die Kalibrierung nicht über das Gesamtverfahren ist mindestens eine Doppelbestimmung der Wiederfindungen für die zu bestimmenden PAK über die Extraktion, Probenreinigung und die analytische Bestimmung in jeder Probenserie durchzuführen.
- Bei der Analyse der PAK müssen jeder Probe mindestens 5 Kontrollstandards ( $^2\text{H}$ -/ $^{13}\text{C}$ -markierte PAKs) zugesetzt werden, um signifikante matrixbedingte Einflüsse auf die Wiederfindungen erkennen zu können.

## II. 92 SHKW

Die Untersuchungsparameter umfassen folgende Analytgruppen und Analyten:

### PCBs

- PCB 28
- PCB 52
- PCB 101
- PCB 118
- PCB 138
- PCB 153
- PCB 180

### Organochlorpestizide

#### HCHs

- $\alpha$ -HCH
- $\beta$ -HCH
- $\gamma$ -HCH

#### DDT und Abbauprodukte

- o,p'-DDT
- p,p'-DDT
- o,p'-DDD
- p,p'-DDD
- o,p'-DDE
- p,p'-DDE

#### Chlorbenzole

- 1,2,3-Trichlorbenzol
- 1,3,5-Trichlorbenzol
- 1,2,4-Trichlorbenzol
- 1,2,3,4-Tetrachlorbenzol
- 1,2,3,5-Tetrachlorbenzol
- 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol
- Pentachlorbenzol
- Hexachlorbenzol


#### Sonstige

- Hexachlorbutadien
- Aldrin

### Probenvorbereitung von wässrigen Proben

Die Bestimmung der SHKW erfolgt mittels GC/MS über eine standardisierte Methode, die mit dem Auftraggeber abzustimmen ist (z.B. Probenvorbereitung analog DIN 38407-2, DIN 38407-3 oder EN ISO 6468, Messung analog DIN 38407-3).

Die Proben sind bis zur Extraktion kühl (1-5°C) für maximal 2 Tage zu lagern.

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 45 von 51	

Die Kalibrierung muss aus mindestens 6 Kalibrierpunkten bestehen. Erstreckt sich der gemessene Konzentrationsbereich über mehrere Dekaden muss die Anzahl der Kalibrierpunkte entsprechend erhöht werden. Diese müssen den Messbereich vollständig abdecken und den Gehalt der Probe umschließen. Ggf. ist ein geeignetes Aliquot des Extraktes für die Analyse einzusetzen oder die Probe mit angepasster Einwaage neu zu extrahieren. Alternativ können geeignete Kalibrierpunkte ergänzt werden.

In jeder Analysenserie werden in regelmäßigen Abständen zusätzliche Kalibrierstandards gemessen, um die Stabilität des Messgerätes zu überprüfen.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt als SHKW in µg/L.

Folgende qualitätssichernden Maßnahmen sind in jeder Analysenserie durchzuführen:

- Bestimmung und Angabe des Blindwertes über das Gesamtverfahren einschließlich Extraktion.
- Erfolgt die Kalibrierung mit externem Standard nicht über das Gesamtverfahren, ist mindestens eine Doppelbestimmung der Wiederfindungen für die zu bestimmenden SHKW über die Extraktion, die Probenreinigung und die analytische Bestimmung durchzuführen.
- Bei der Analyse der SHKW müssen jeder Probe mindestens folgende <sup>13</sup>C-markierte / ggf. deuterierte Standards zugesetzt werden (2 PCBs, 1 HCH, p,p'-DDT, HCB und ein weiteres Chlorbenzol), um signifikante matrixbedingte Einflüsse auf die Wiederfindungen erkennen zu können. Außerdem muss den gereinigten Extrakten vor der Injektion ein weiterer Kontrollstandard zur Kontrolle des Volumens und der Injektion zugesetzt werden.

## **zu Anlage 8 Schwermetalluntersuchungen in der wässrigen Phase**

### **II. 93 Aufschluss der wässrigen Proben**

*EN ISO 15587-2, Ausgabe Juli 2002*

Wasserbeschaffenheit - Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser - Teil 2: Salpetersäure-Aufschluss


### **II. 94 Aluminium**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom- Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN ISO 22036, Ausgabe Juni 2009*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 46 von 51	

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62

## **II. 95 Antimon**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

## **II. 96 Arsen**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 11969, Ausgabe November 1996*

Bestimmung von Arsen – Atomspektrometrie (Hydridverfahren)

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

## **II. 97 Barium**


*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen



Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 47 von 51	

## **II. 98 Blei**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 99 Bor**

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## **II. 100 Cadmium**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen


## **II. 101 Chrom**

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 48 von 51	

## II. 102 Kobalt

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 103 Kupfer

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 104 Molybdän

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 105 Nickel

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren


*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 106 Phosphor

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 49 von 51	

## II. 107 Quecksilber

*DIN EN 1483, Ausgabe Juli 2007,*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie

*DIN EN ISO 17852, Ausgabe April 2008*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie

## II. 108 Selen

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

*DIN ISO 20280, Ausgabe Mai 2010*

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen, Antimon und Selen in Königswasser- Bodenextrakten mittels elektrothermischer oder Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie

## II. 109 Silber

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen


## II. 110 Thallium

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

Bundesanstalt für Gewässerkunde		
G/Z1/064.32-002/11		
Anhang II	Seite 50 von 51	

## II. 111 Uran

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 112 Vanadium

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 113 Zink

*DIN EN ISO 11885, Ausgabe September 2009*

Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma- Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

*DIN EN ISO 15586, Ausgabe Februar 2004*

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen mittels Atomabsorptionsspektrometrie mit dem Graphitrohr-Verfahren

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 114 Zinn

*DIN EN ISO 17294-2, Ausgabe Februar 2005*

Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma- Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen

## II. 115 Blei

Siehe Leistungsposition II. 50

## II. 116 Cadmium

Siehe Leistungsposition II. 51

**II. 117 Chrom**

Siehe Leistungsposition II. 52

**II. 118 Kupfer**

Siehe Leistungsposition II. 54

**II. 119 Molybdän**

Siehe Leistungsposition II. 55

**II. 120 Nickel**

Siehe Leistungsposition II. 56

**II. 121 Quecksilber**

Siehe Leistungsposition II. 57