Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen
- Technische Regeln-

III. Probenahme und Analytik

Vorläufige Regelungen für die Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt (auf Grundlage einer für Sachsen-Anhalt überarbeiteten TR LAGA M20)

Fassung vom 16.10.2017

III Probenahme und Analytik

1 Allgemeines

1.1 Grundsätze

Die Anleitung gibt Vorgaben, wie bei der Probenahme, der Probenvorbehandlung, der Analytik und bei der Beurteilung der Analysenergebnisse im Einzelnen verfahren werden soll.

Dabei sind zwei verschiedene Ebenen zu unterscheiden:

- Probenahme des zu verwertenden Materials am Entstehungsort (Industrie-, Aufbereitungsanlage, Boden/Altbaustoffe vor dem Ausbau),
- Probenahme im Zusammenhang mit der Kontrolle des angelieferten oder eingebauten Materials am Ort der Verwertung.

Bei den durchzuführenden Untersuchungen sind die einschlägigen DIN-Normen sowie die im Folgenden festgelegten Anforderungen an die Probenahme, Probenvorbehandlung und Analytik zu beachten. Ihre Einhaltung ist die Grundlage für den Vergleich gemessener Stoffkonzentrationen mit den in den Technischen Regeln festgesetzten Zuordnungswerten.

Hinsichtlich der Untersuchung von Böden und Bodenmaterial ist Anhang 1 der BBodSchV (BGBl. I, S. 502 vom 16.7.1999) zuletzt geändert durch Artikel 102 V. v. 31.08.2015 BGBl. I S. 1474 analog anzuwenden.

1.2 Sach- und Fachkunde

Die Probenahme ist von Personen durchzuführen, die über die für die Durchführung der Probenahme erforderliche Sachkunde verfügen. Die Untersuchungen sind von Prüflaboratorien durchzuführen, deren Personal über die erforderliche Fach- und Sachkunde verfügt. Satz 2 gilt als erfüllt, wenn die Prüflaboratorien ihre Sach- und Fachkunde gemäß „Verwaltungsvereinbarung über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich“[1] nachgewiesen haben.

1.3 Probenahme

Die Probenahme ist so durchzuführen, dass das zu beurteilende Material repräsentativ erfasst wird. Die verschiedenen Untersuchungsebenen erfordern allerdings ein differenziertes Vorgehen bei der Probenahme. Dies betrifft insbesondere die Anzahl der zu entnehmenden Proben und die Wahl des geeigneten Probenahmeverfahrens.

[1] Bundesanzeiger Amtlicher Teil Nr. 220, S. 25 450 vom 26.11.2002

Die Probenahme für die Durchführung der Untersuchungen von Böden und Bodenmaterial erfolgt analog Anhang 1 der BBodSchV (BGBl. I, S. 502 vom 16.7.1999).

Die Probenahme von anderen Abfällen erfolgt grundsätzlich nach Abschnitt 4.2 der Richtlinie PN 98 Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien“ (Stand: Dezember 2001).

Für den Bereich des Straßenbaus ist nach den technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TP Gestein-StB) die Probenahme in Anlehnung an DIN EN 932-1: 11.96[2] verbindlich vorgegeben. Diese Probenahmevorschriften sind deshalb auch als Grundlage für die Probenahme der zur Verwertung vorgesehenen Abfälle zu beachten. Aber auch hier sind die Vorgaben der Abschnitte 4 bis 7 der LAGA- Richtlinie PN 98 zu berücksichtigen.

Anforderungen an die Auswahl der bei der Probenahme verwendeten Geräte und Probenbehälter, die Dokumentation der Probenahme sowie an Konservierung, Transport und Lagerung der Proben sind der LAGA-Richtlinie PN 98 zu entnehmen.

1.4 Untersuchung der Proben

Für die von den Technischen Regeln erfassten Abfälle gilt grundsätzlich, dass das Material in der Kornverteilung zu untersuchen ist, in der es verwertet werden soll.

Eine Ausnahme von der vorstehend genannten Regelung stellt Bodenmaterial dar, das bei Untersuchungen vor dem Aushub gewonnen wurde, um mögliche Belastungen des auszuhebenden Bodens zu erkennen. Bei natürlichem Boden wird lediglich die Kornfraktion unter 2 mm der Analyse zugeführt. Dazu ist die Probe in der Regel[3] nach Lufttrocknung zu Sieben und der Anteil an gröberem Material nach Bestimmung seines Massenanteils zu verwerfen, sofern dieser nur aus festem, unbelasteten, natürlichen Gesteinsmaterial besteht. Bei Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen (Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) ist in Abhängigkeit von der vorgesehenen Verwertung das vorliegende Korngrößengemisch oder nach Kornfraktionen zu untersuchen.

[2] ersetzt die in der BBodSchV und der TP Min-STB genannte Vorläufernorm DIN 52 101

[3] Bestimmte Inhaltsstoffe können ein anderes Vorgehen erfordern. Bei einer vermuteten oder vorliegenden Belastung des Bodenmaterials z. B. mit leichtflüchtigen Schadstoffen siehe LAGA- Richtlinie KW/04, Abschnitt 4, zu Ia.

1.4.1 Bestimmung der Gesamtgehalte

Die Bestimmung der in diesen Technischen Regeln aufgeführten Zuordnungskriterien sowie weiterer Parameter ist nach folgenden Verfahren durchzuführen[4]. Gleichwertige Verfahren nach dem Stand der Technik sind zulässig. Der Nachweis[5] ist durch den Anwender zu erbringen.

Die in diesen Technischen Regeln genannten Zuordnungswerte beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Analytische Verfahren - Feststoffe[6]

Parameter	Analysenverfahren M 20 alt	Analysenverfahren 2016	Ausgabedatum
pH-Wert	Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Wertes (ISO 10390 : 1994)	DIN ISO 10390	Mai 1997
Trockenrückstand	Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung des Trockenrückstandes und Wassergehalts	E DIN EN 14346	Februar 2002
Trockenrückstand	Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Trockenrückstands und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse – Gravimetrisches Verfahren ISO 11465 : 1993)	DIN ISO 11465	Dezember 1996
Cyanid, gesamt	Bestimmung des Cyanids in Abfällen	LAGA Richtlinie CN 2/79	Dezember 1983
Cyanid, gesamt	Bestimmung des Cyanids in Bodenmaterial	E DIN ISO 11780	Nov. 2002
Arsen Cadmium Chrom Kupfer Quecksilber Nickel Blei Thallium Zink	Charakterisierung von Abfällen – Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen – Deutsche Fassung der EN 13657 : 2003	DIN EN 13657	Januar 2003
Arsen Cadmium Chrom Kupfer Quecksilber Nickel Blei Thallium Zink	Bodenbeschaffenheit- Extraktion in Königs-wasser löslicher Spurenelemente (ISO 11466: 1995) Schlamm,behandelter Bioabfall und Boden- Aufschluss von mit Königswasser löslichen Anteilen von Elementen	DIN ISO 11466 zurückgezogen Ersetzt durch: DIN EN 16174	Juni 1997 Nov. 2012
Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn	Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	DIN ISO 11047	Mai 2003
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	ICP-AES (ICP-MS möglich) Berücksichtigung von spektralen Störungen bei hohen Matrixkonzentrationen erforderlich	DIN EN ISO 11885	April 1998

[4] Aufgrund von unterschiedlichen Vorgaben in den untergesetzlichen Regelwerken zum BBodSchG und zum KrW-/AbfG müssen in der folgenden Tabelle unterschiedliche Untersuchungsvorschriften für Bodenmaterial und andere Abfälle angegeben werden.
[5] Unter analoger Anwendung der DIN 38402-71:2002-11
[6] Für die Aufbringung von Materialien auf oder in den Boden gelten die Verfahren aus der BBodSchV, ansonsten die aus der DepV/VersatzV

Parameter	Analysenverfahren M 20 alt	Analysenverfahren 2016	Ausgabedatum
Arsen (As)	ET-AAS Hydrid-AAS Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen und Antimon - Teil 2: Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridbildung (HG-AAS)	In Analogie zu DIN ISO 11047 DIN EN ISO 11969 zurückgezogen Ersetzt durch: ISO17378	 Mai 2003 November 1996 Feb. 2014
Quecksilber (Hg)	AAS-Kaltdampftechnik Bei der Probenvorbehandlung darf die Trocknungs-temperatur 40ºC nicht über-schreiten Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksil-ber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksil-ber - Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie	DIN EN 1483 zurückgezogen Ersetzt durch: DIN EN ISO 12846 DIN EN ISO 17852	August 1997 August 2012 April 2008
Thallium Arsen Cadmium Chrom Kupfer Nickel Blei Zink	ICP-MS Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen	DIN 38406-29 zurückgezogen Ersetzt durch: DIN EN ISO 17294-2:	Mai 1999 Februar 2005
Leichtflüchtige Halo-genkohlenwas-serstoffe	Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich	Handbuch Altlasten; Bd. 7, Teil 4, HLUG	2000
Benzol und Derivate (BTEX)	Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich	Handbuch Altlasten; Bd. 7, Teil 4, HLUG	2000
Mineralölkohlenwas-serstoffe	Charakterisierung von Abfällen –Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des Gehal-tes an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschro-matographie	E DIN EN 14039 in Verbindung mit der LAGA-Richtlinie KW 04 (Entwurf)[7]	Dezember 2000 März 2004

[7] Die Endfassung der „Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich (kurz KW/04) wurde von der Umweltministerkonferenz im Umlaufverfahren 18/2004 zur Kenntnis genommen. Die Veröffentlichung erfolgte als Mitteilung 35 unter www.laga-online.de.

Parameter	Analysenverfahren M 20 alt	Analysenverfahren 2016	Ausgabedatum
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): 16 PAK (EPA) Benzo(a)pyren	Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwas-serstoffen – Hochleistungs-Flüssigkeits-chromatographie-(HPLC-) Verfahren (ISO 13877 : 1998)	DIN ISO 13877 zurückgezogen	Januar 2000
	1)Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden – Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mittels Gaschromatographie(GC) und Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC)	Ersetzt durch: DIN CEN/TS 16181	Dezember 2013
	1) Extraktion mit Aceton oder Soxhlet-Extraktion mit Toluol, chromatographisches Clean-up; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/FLD	DIN ISO 13877	Januar 2000
	2) Extraktion mit Tetrahydrofuran oder Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/FLD		Juli 2000
	3) Extraktion mit Aceton, Zugeben von Pet-rolether, Entfernung des Acetons, chro-matographische Reinigung des Petrol-etherextraktes, Aufnahme in Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/F	Merkblatt Nr. 1 des LUA –NRW	2011
	4) Extraktion mit einem Wasser/Aceton/ Petrolether-Gemisch in Gegen-wart von NaCl; Quantifizierung mittels GC-MS oder HPLC-UV/DAD/F	VDLUFA-Methodenbuch, Band VII;	1998
	5) Extraktion mit Aceton, Zugabe von Petrolether, Entfernung des Acetons, chromatographische Reinigung des Petroletherextraktes, Quantifizierung mittels GC-MS	Handbuch Altlasten Bd. 7, Teil 1, LfU HE	Mai 2006
		DIN ISO 18287	
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB) (S 20)	DIN 38 414 – 20	Januar 1996
			Mai 2003
	Bodenbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung des Gehaltes an polychlorierten Biphenylen PCB) und Organochlorpestiziden (OCP) (ISO/CD 10382 : 1995)	DIN ISO 10382	
	Extraktion mit einem Wasser/Aceton/ Pet-rolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl; Quantifizierung mittels GC-ECD (GC-MS möglich)	Handbuch Altlasten Bd. 7, Teil 1, LfU HE	Februar 1998
	Bestimmung ausgewählter PCB in festem Abfall	DIN EN 15308	Februar 2008
	Bestimmung von PCB in Böden, Klärschlämmen und Komposten	VDLUFA VII, PCB 3.3.2	2011

1.4.2 Bestimmung des eluierbaren Anteils

Die Herstellung des Eluats für anorganische und leichtlösliche organische Stoffe erfolgt in der Regel nach Kapitel 3 der LAGA-Richtlinie EW 98 (EW 98S, Standardverfahren), sofern zu den einzelnen Technischen Regeln keine anderen Vorgaben gemacht werden. Bei Bodenproben sind die Vorgaben des Anhang E der DIN EN 12457-4:2003-01 bezüglich der Durchführung der Elution zu beach-

ten.

Andere als die hier genannten Elutionsverfahren (allgemeiner und spezieller Teil) zur Überprüfung der in Abschnitt II dieser Technischen Regeln festgelegten Zuordnungswerte für Eluate sind nicht zulässig.

Analytische Verfahren - Eluate

Parameter	Analyseverfahren M 20 alt	Analyseverfahren 2016	Ausgabedatum
Färbung		EN ISO 7887	Oktober 1994
Trübung		DIN EN ISO 7027	April 2000
pH-Wert	Bestimmung des pH-Wertes (C5)	DIN 38 404 – 5 zurückgezogen ersetzt durch: DIN EN ISO 10523	Januar 1984 April 2012
Elektrische Leitfähigkeit	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit (ISO 7888 : 1985) Deutsche Fassung EN 27 888 : 1993	DIN EN 27 888	November 1993
DOC	Anleitungen zur Bestimmung des gesam-ten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)	DIN EN 1484	August 1997
Chlorid	Bestimmung der Chlorid-Ionen (D1) Bestimmung von Bromid, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat und Sulfat in Abwasser (ISO 10304-2 (1995) Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1	DIN 38 405 - 1 EN ISO 10304-2 zurückgezogen Ersetzt durch: DIN EN ISO 10304-1	Dezember 1985 November 1996 Juli 2009
Sulfat	Bestimmung der Sulfat-Ionen (D 5) Bestimmung von Bromid, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat und Sulfat in Abwas-ser Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1	DIN 38 405 - 5 EN ISO 10304-2 ~~(ISO 10304-2 (1995))~~ DIN EN ISO 10304-1	Januar 1985 November 1996 Juli 2009
Fluorid (F-)	Fluoridsensitive Elektrode (D4-1) Ionenchromatographie	DIN 38405-4-1 DIN EN ISO 10304-1	Juli 1985 ~~April 1995~~ Juli 2009
Cyanid (CN-), gesamt	Bestimmung des gesamten Cyanids und des freien Cyanids mit der kontinuierlichen Fließanalytik	DIN EN ISO 14403	Oktober 2012
Arsen	Bestimmung von Arsen Atomabsorptionsspektrometrie (Hydridverfahren) (ISO 11969 :1996)	EN ISO 11969	November 1996
As, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn	Bestimmung von 33 Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma Emissions- spektrometrie (ISO 11885: 1996) (ICP-MS möglich) Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen	DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2	April 1998 Februar 2005

Parameter	Analyseverfahren M 20 alt	Analyseverfahren 2016	Ausgabedatum
Ammonium	Bestimmung des gelösten Ammoniums mittels IC	DIN 38 406 – 5-1 DIN EN ISO 14911	Oktober 1983 Dezember 1999
Cadmium (Cd)	Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie (ISO 5961: 1994	DIN EN ISO 5961	Mai 1995
Chrom, gesamt	Bestimmung von Chrom mittels Atomabsorptionsspektrometrie	DIN EN 1233	August 1996
	Bestimmung von 33 Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma Emissions- spektrometrie (ISO 11885: 1996)	DIN EN ISO 11885	September 2009
Kupfer	Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7)	DIN 38 406 – 7	September 1991
Quecksilber	Bestimmung von Quecksilber Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie	EN 1483 zurückgezogen Ersetzt durch: DIN EN ISO 12846 DIN EN ISO 17852	August 1997 August 2012 April 2008
Nickel	Bestimmung von Nickel mittels Atomabsorptionsspektrometrie (E 11)	DIN 38 406- 11	September 1991
Blei	Bestimmung von Blei mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 6)	DIN 38 406- 6	Juli 1998
Thallium	Bestimmung von 7 Metallen (Zink, Cad-mium, Blei, Kupfer, Thallium, Nickel, Co-balt) mittels Voltammetrie (E 16) Bestimmung von Thallium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS im Graphitrohrofen)	DIN 38 406- 16 DIN 38 406- 26	März 1990 Juli 1997
Zink	Bestimmung von Zink (E 8)	DIN 38 406- 8	Oktober 2004
Phenol Index	Bestimmung des Phenol-Index nach Destillation und Farbstoffreaktion(H 16-2) Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Phenolindex mit der Fließanalytik (FIA und CFA) (ISO 14402:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14402:1999	DIN 38 409- 16-2 DIN EN ISO 14402	Juni 1984 Dezember 1999
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)		DIN –EN 1485 zurückgezogen Ersetzt durch DIN EN ISO 9562	November 1996 Februar 2005

1.5 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Bei der Zuordnung von Abfällen zu einer Einbauklasse ist die Einhaltung der jeweiligen Zuordnungswerte nachzuweisen (vgl. Allg. Teil, I.6.1).

Für Untersuchungsergebnisse, die im Rahmen einer regelmäßigen Güteüberwachung entsprechend dem Verfahren der „Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau“ (Gem. RdErl. MWV/MU vom

07.10.2005 und Gem. RdErl. MWV/MU vom 31.07.2008 „Richtlinie zur Verwertung mineralischer Abfälle im Straßenbau“ RC-Rili ST) für kontinuierlich anfallende mineralische Abfälle aus stationären Aufbereitungs- oder Industrieanlagen anfallen, gilt folgende spezielle Regelung:

Auch die im Rahmen der Fremdüberwachung ermittelten Ergebnisse dürfen die jeweils einschlägigen Zuordnungswerte grundsätzlich nicht überschreiten. Ausnahmen sind unerhebliche und nicht systematische Überschreitungen. Die zulässige Toleranz (unerhebliche Überschreitung) hängt vom betrachteten Parameter und der Höhe des Zuordnungswertes ab.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der einschlägige Zuordnungswert bei zwei aufeinander folgenden Prüfungen um mehr als die zulässige Toleranz überschritten wird.

Zulässige Überschreitungen

Kenngröße	Zuordnungswert	Zulässige Überschreitung in %
El. Leitfähigkeit	< 1000 µS/cm	20
	> 1000 µS/cm	5
Chlorid	≤ 150 mg/l	10
	> 150 mg/l	5
Sulfat	≤ 150 mg/l	10
	> 150 mg/l	5
Fluorid	≤ 5 mg/l	10
Cyanid	0,02 mg/l	20
Ammonium-N	1 mg/l	10
Metalle/Metalloide	≤ 100 µg/l	20
	> 100 µg/l	10
EOX	≤ 10 mg/kg	10
KW	150 mg/kg	20
	> 150 mg/kg	10
TOC	3 Masse-%	10
PAK (EPA)	5 mg/kg	25
	>5 ≤ 20 mg/kg	20
	> 20 ≤ 75 mg/kg	10
PCB	0,1 mg/kg	50
	> 0,1 mg/kg	25
DOC	20 mg/l	10
Phenolindex	≤ 100 µg/l	50

2 Boden

2.1 Allgemeines

Die Erkundung von altlastverdächtigen Flächen ist durch die BBodSchV sowie dafür einschlägige Normen, Richtlinien und Merkblätter geregelt. Sie ist nicht Gegenstand der unter 2.2 bis 2.6 getroffenen Festlegungen.

Ergebnisse von Bodenuntersuchungen dienen im Rahmen der Technischen Regel dazu, eine erste Einschätzung über mögliche Belastungen des zu verwertenden Bodenmaterials zu erhalten. Dadurch wird ermöglicht, den späteren Aushub grob den Einbauklassen zuzuordnen und das Aushubmaterial entsprechend zu lagern. Werden Belastungen festgestellt, wird eine endgültige Zuordnung zu den Einbauklassen anhand der Untersuchungsergebnisse des ausgehobenen Bodenmaterials getroffen.

Bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen sind die unterschiedlichen Fragestellungen von geotechnischen und chemisch-physikalischen, auf die Verwertung ausgerichteten Untersuchungen angemessen zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen. Unter geeigneten Voraussetzungen lassen sich dann Proben aus denselben Aufschlüssen (Schürfe, Bohrungen) vorteilhaft kombinieren.

2.2 Beprobungspunkte

Die Grundlage für die Auswahl der Beprobungspunkte ist die DIN 4020:2010-12, soweit nicht in begründeten Fällen hiervon abgewichen werden muss (z.B. bei gezielten Hinweisen auf Kontaminationen). Zur Ermittlung der Stoffkonzentrationen sind die Probenahmepunkte grundsätzlich nach einem regelmäßigen geometrischen Raster anzusetzen. Die Auswahl der Beprobungspunkte hängt von der Art und Größe des Bauwerks ab. Als Richtwerte für Rasterabstände gelten bei

- Flächenbauwerken 20 - 40 m,
- Linienbauwerken 50 - 200 m.

Bei kleinflächigen Bauwerken (100 - 400 m^2) sind mindestens 4 Beprobungspunkte auszuwählen. Bei Linienbauwerken, deren Breite 10 m überschreitet, können Beprobungen außerhalb der projektierten Mittelachse sinnvoll sein.

2.3 Probenahmegeräte

Die Gewinnung der Bodenproben erfolgt durch dieselben Aufschlüsse, die bei geotechnischen Untersuchungen nach DIN 4020:2010-12und für Untersuchungen nach BBodSchV zusätzlich DIN ISO 10381-1: 1:2003-08 bis 5:2007-02 erstellt werden, z. B. durch Schürfe oder Kleinbohrungen.

Das Bohrverfahren und die Art der zu gewinnenden Probe sind in Abhängigkeit von den zu beantwortenden Fragestellungen und den örtlichen Gegebenheiten zu wählen. Grundsätzlich sind Bohrverfahren vorzuziehen, bei denen die zu untersuchenden Bodeneigenschaften durch den Bohrvorgang nicht verfälscht werden.

2.4 Entnahme von Bodenproben

Zur Feststellung der vertikalen Schadstoffverteilung ist die ungesättigte Bodenzone bis zur Aushubsohle zu beproben. Die Beprobung erfolgt horizont- oder schichtspezifisch.

Im Untergrund dürfen Proben aus Tiefenintervallen bis max. 1 m entnommen werden. In begründeten Fällen ist die Zusammenfassung engräumiger Bodenhorizonte bzw. -schichten bis max. 1 m Tiefenintervall zulässig. Auffälligkeiten sind zu beurteilen und gegebenenfalls gesondert zu beproben. Die Beprobungstiefe soll reduziert werden, wenn erkennbar wird, dass bei Durchbohrung von wasserstauenden Schichten im Untergrund eine hierdurch entstehende Verunreinigung des Grundwassers zu besorgen ist. Um Verschleppungen zu vermeiden, sollten die Randbereiche (mindestens 10% des Durchmessers) von Bohrkernen bei Lockergesteinen verworfen werden. Für die Erstellung flächenbezogener Mischproben sind je 20 Einzelproben zu vereinen.

2.5 Probenmenge

Die notwendige Probemenge richtet sich gemäß Kapitel 4.5 der LAGA-Richtlinie PN 98 nach dem Größtkorn und muss ausreichen, um nach sachgerechter Probenvorbehandlung die Laboruntersuchung sowie gegebenenfalls die Bereitstellung von Rückstellproben zu gewährleisten. Eine Abstimmung mit der Untersuchungsstelle sollte erfolgen.

Grobmaterialien (Materialien > 2 mm) und Fremdmaterialien, die möglicherweise Schadstoffe enthalten oder denen diese anhaften können, sind aus der gesamten Probemenge zu entnehmen und gesondert der Laboruntersuchung zuzuführen. Ihr Massenanteil an dem beprobten Bodenhorizont bzw. der Schichteinheit ist zu ermitteln und zu dokumentieren.

Bei großen Probemengen wird durch Aufkegeln und Vierteln das Bodenmaterial homogenisiert und die Menge soweit reduziert, dass die entstehende Laborprobe etwa 2000 g umfasst. Können bestimmte Untersuchungen von vornherein ausgeschlossen werden, z.B. bei spezifischem Verdacht, kann auf 500 g reduziert werden.

2.6 Auswahl der Bodenproben für analytische Untersuchungen

Bei der Untersuchung von Boden vor seinem Aushub wird nach dem im Abschnitt III.2.4 vorgestellten Konzept eine relativ große Anzahl von Proben gewonnen. Aus der Gesamtzahl der sichergestellten Proben sind entsprechend dem Kenntnisstand über die zu untersuchende Fläche und der Fragestellung gezielt Proben für die Analytik auszuwählen. Die übrigen Proben sind bis zum Abschluss der Untersuchung zurückzustellen. Dabei ist zu gewährleisten, dass die untersuchten Parameter unverändert bleiben.

3. Schlacken aus der Eisen- und Stahlerzeugung

3.1 Allgemeines

Für die Probenahme von Schlacken aus der Eisen- und Stahlerzeugung gelten die unter III.1.1 genannten Grundsätze.

Die Untersuchungen der Eisenhüttenschlacken gemäß Tab. II.5-1 sind an der Prüfkörnung 8/11 durchzuführen. Bei Stahlwerksschlacken ist zusätzlich die Körnung 0/32 zu analysieren.

3.2 Nachweis der Selbsterhärtung

Der Nachweis der Selbsterhärtung von Stahlwerksschlacken ist nach den „Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau TP BF-StB Teil B 7 CBR-Versuch" durchzuführen. Der CBR-Versuch (California Bearing Ratio) erfolgt an dem für den Einbau in der Straße vorgesehenen Gemisch. Der Anteil > 32 mm wird dabei durch einen gewichtsmäßig gleich großen Anteil 11/32 mm ersetzt. Es sind sechs Probekörper herzustellen

An drei Probekörpern wird unmittelbar nach der Herstellung der CBR-Wert ermittelt. Die drei weiteren Probekörper werden von der Herstellung an 28 Tage lang bis zur Prüfung in einem Feuchtraum mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von mindestens 95 % bei einer Temperatur von 20 ± 1 °C ohne Luftzirkulation gelagert und dann ebenfalls im CBR-Versuch geprüft. Das Maß der Selbsterhärtung errechnet sich wie folgt:

$$\Delta S = \frac{CBR_{28} - CBR_0}{CBR_0} \times 100(\%)$$

Dabei bedeuten:

CBR_0: CBR-Wert unmittelbar nach dem Verdichten der Probe

CBR_{28}: CBR-Wert nach 28 Tagen Lagerzeit

ΔS: Selbsterhärtung nach 28 Tagen

Als Ergebnis ist der Mittelwert aus den drei Einzelmessungen anzugeben.

Die Selbsterhärtung gilt als erwiesen, wenn der CBR-Wert des einzubauenden Mineralstoffgemisches nach 28 Tagen mindestens um 20 % über dem CBR-Wert unmittelbar nach Herstellung (0 Tage) angestiegen ist.

3.3 Analysenverfahren

Die Tabelle,,Analytische Verfahren - Eluate" im Kapitel III.1.4.2 ist um folgende Angaben zu ergänzen:

Parameter	Analyseverfahren	Ausgabedatum	untere Anwendungsgrenze
Vanadium	DIN EN ISO 11885 DIN 38406-E22 zurückgezogen	2009-09	15 µg/l
Schwefel	DIN EN ISO 11885, DIN 38406-E22 zurückgezogen	2009-09 März 1988	0,1 mg/l