

# Synopse – Anhänge der BBodSchV im Vergleich (Werte, Verfahren & Methoden)

Legende der farblichen Markierungen: **neue Regelungen**, **weggefallene Regelungen**, **geänderte Regelungen**

Norm VO neu	BBodSchV (nF) MantelVO vom 9. Juli 2021 (BGBl I 2598 ff)	BBodSchV (gF) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554)																																																
Anlage 1	(zu § 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 und Absatz 2, § 5, § 6 Absatz 5 Satz 2 und Absatz 6 Nummer 1, § 7 Absatz 2, 3 und 5, § 8 Absatz 2, Absatz 3 Nummer 1, Absatz 6 Nummer 1 und Absatz 7 Satz 1 und 6, § 24 Absatz 4 Nummer 1 und 2, Absatz 7 Nummer 1, Absatz 9 Nummer 1 und Absatz 10 Nummer 1)	Anhang 2																																																
	<b>Vorsorgewerte und Werte zur Beurteilung von Materialien</b>	<b>4. Vorsorgewerte für Böden</b> nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Analytik nach Anhang 1)																																																
	<b>Tabelle 1: Vorsorgewerte für anorganische Stoffe<sup>1</sup></b>	<b>4.1 Vorsorgewerte für Metalle</b> (in mg/kg Trockenmasse, Feinboden, Königswasseraufschluß)																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">Bodenart</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Sand<sup>2)</sup></th> <th>Lehm /Schluff<sup>2)</sup></th> <th>Ton<sup>2)</sup></th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">(mg/kg TM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arsen</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Blei<sup>3</sup></td> <td>40</td> <td>70</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Cadmium<sup>4</sup></td> <td>0,4</td> <td>1</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Chrom<sub>gesamt</sub></td> <td>30</td> <td>60</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>		Bodenart				Sand <sup>2)</sup>	Lehm /Schluff <sup>2)</sup>	Ton <sup>2)</sup>		(mg/kg TM)			Arsen	10	20	20	Blei <sup>3</sup>	40	70	100	Cadmium <sup>4</sup>	0,4	1	1,5	Chrom <sub>gesamt</sub>	30	60	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">Bodenart</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Sand</th> <th>Lehm/Schluff</th> <th>Ton</th> <th>Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="4">(mg/kg TM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blei</td> <td>40</td> <td>70</td> <td>100</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Bodenart					Sand	Lehm/Schluff	Ton	Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten		(mg/kg TM)				Blei	40	70	100	
	Bodenart																																																	
	Sand <sup>2)</sup>	Lehm /Schluff <sup>2)</sup>	Ton <sup>2)</sup>																																															
	(mg/kg TM)																																																	
Arsen	10	20	20																																															
Blei <sup>3</sup>	40	70	100																																															
Cadmium <sup>4</sup>	0,4	1	1,5																																															
Chrom <sub>gesamt</sub>	30	60	100																																															
	Bodenart																																																	
	Sand	Lehm/Schluff	Ton	Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten																																														
	(mg/kg TM)																																																	
Blei	40	70	100																																															

Kupfer	20	40	60
Nickel <sup>5</sup>	15	50	70
Quecksilber	0,2	0,3	0,3
Thallium	0,5	1	1
Zink <sup>6</sup>	60	150	200

Cadmium	0,4	1	1,5	unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach § 9 Abs. 2 und 3 dieser Verordnung keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen
Chrom	30	60	100	
Kupfer	20	40	60	
Nickel	15	50	70	
Quecksilber	0,1	0,5	1	
Zink	60	150	200	

<sup>1</sup> Die Vorsorgewerte finden für Böden und Materialien mit einem nach Anlage 3 Tabelle 1 bestimmten Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC-Gehalt) von mehr als 9 Masseprozent keine Anwendung. Für diese Böden und Materialien müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall in Anlehnung an regional vergleichbarer Bodenverhältnisse abgeleitet werden.

<sup>2</sup> Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/Schluff zu bewerten.

<sup>3</sup> Bei Blei gelten bei einem pH-Wert < 5,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

<sup>4</sup> Bei Cadmium gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

<sup>5</sup> Bei Nickel gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

### 4.3 Anwendung der Vorsorgewerte

a) Die Vorsorgewerte werden nach den Hauptbodenarten gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 4. Auflage, berichtigter Nachdruck 1996, unterschieden; sie berücksichtigen den vorsorgenden Schutz der Bodenfunktionen bei empfindlichen Nutzungen. Für die landwirtschaftliche Bodennutzung gilt § 17 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes.

b) Stark schluffige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/Schluff zu bewerten.

c) Bei den Vorsorgewerten der Tabelle 4.1 ist der Säuregrad der Böden wie folgt zu berücksichtigen:

- Bei Böden der Bodenart Ton mit einem pH-Wert von < 6,0 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff.

- Bei Böden der Bodenart Lehm/Schluff mit einem pH-Wert von < 6,0 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

- Bei Böden mit einem pH-Wert von < 5,0 sind die Vorsorgewerte für Blei entsprechend den ersten beiden Anstrichen herabzusetzen.

d) Die Vorsorgewerte der Tabelle 4.1 finden für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung. Für diese Böden können die zuständigen Behörden ggf. gebietsbezogene Festsetzungen treffen.

<sup>6</sup> Bei Zink gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

**Tabelle 2: Vorsorgewerte für organische Stoffe**

	TOC-Gehalt <4%	TOC-Gehalt > 4% bis 9% <sup>1</sup>
	(mg/kg TM)	
Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB-118 <sup>2</sup>	0,05	0,1
Benzo(a)pyren	0,3	0,5
PAK <sub>16</sub> <sup>3</sup>	3	5

<sup>1</sup> Für Böden mit einem TOC-Gehalt von mehr als 9 Masseprozent müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall abgeleitet werden.

<sup>2</sup> Summe aus PCB<sub>6</sub> und PCB-118: Stellvertretend für die Gruppe der polychlorierten Biphenyle (PCB) werden für PCB-Gemische sechs Leitkongenere nach Ballschmiter (PCB-Nummer 28, 52, 101, 138, 153, 180) sowie PCB-118 untersucht.

<sup>3</sup> PAK<sub>16</sub>: Stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der Environmental Protection Agency (EPA) 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylen, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren

**Tabelle 3 Zulässige zusätzliche jährliche Frachten an Schadstoffen über alle Eintragspfade**

**4.2 Vorsorgewerte für organische Stoffe**

	Humusgehalt ≤ 8%	Humusgehalt > 8%
	(mg/kg TM)	
PCB <sub>6</sub>	0,05	0,1
Benzo(a)pyren	0,3	1
PAK <sub>16</sub>	3	10

**5. Zulässige zusätzliche jährliche Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade**

nach § 8 Abs. 2 Nr. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (in Gramm je Hektar)

	Stoff	Fracht [g/ha·a]		Stoff	Fracht (g/ha x a)
	Arsen	35		Blei	400
	Blei	200		Cadmium	6
	Cadmium	5		Chrom	300
	Chrom <sub>gesamt</sub>	150		Kupfer	360
	Kupfer	300		Nickel	100
	Nickel	75		Quecksilber	1,5
	Quecksilber	1		Zink	1 200
	Thallium	1,5			
	Zink	1 200			
	Benzo(a)pyren	1			
<p><b>Tabelle 4: Werte zur Beurteilung von Materialien für das Auf- oder Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht</b></p> <p>Hinweis: Die Eluatwerte sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Vorsorgewert nach Tabelle 1 oder 2 überschritten wird.</p>					
	Stoff	Feststoffwert	Eluatwert		
			bei TOC-Gehalt < 0,5%	bei TOC-Gehalt ≥ 0,5%	
		[mg/kg TM]	[µg/l]		
	Anorganische Stoffe				
Arsen	20	8	13		

	Blei	140	23	43	
	Cadmium	1	2	4	
	Chrom <sub>gesamt</sub>	120	10	19	
	Kupfer	80	20	41	
	Nickel	100	20	31	
	Quecksilber	0,6	0,1	0,1	
	Thallium	1	0,2	0,3	
	Zink	300	100	210	
	Sulfat <sup>1</sup>		250 000	250 000	
	Organische Stoffe				
	Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB-118	0,1	0,01	0,01	
	PAK <sub>16</sub>	6			
	PAK <sub>15</sub> <sup>2</sup>		0,2 <sup>3</sup>	0,2 <sup>3</sup>	
	Naphthalin und Methylnaphthaline		2 <sup>3</sup>	2 <sup>3</sup>	
	Extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX) <sup>4</sup>	1			
	<sup>1</sup> Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu entscheiden. <sup>2</sup> PAK <sub>15</sub> : PAK <sub>16</sub> ohne Naphthalin und Methylnaphthaline. <sup>3</sup> Eluatwert ist maßgeblich, wenn der Vorsorgewert von PAK <sub>16</sub> nach Anlage 1 Tabelle 2 überschritten wird.				

	<sup>4</sup> Bei Überschreitung des Wertes sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen hin zu untersuchen.				
	<b>Tabelle 5: Werte für zusätzlich zu untersuchende Stoffe beim Auf- oder Einbringen von Materialien mit mehr als 10 % Volumenprozent mineralischer Fremdbestandteile unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht</b>				
	Stoff	Feststoffwert	Eluatwert		
			bei TOC-Gehalt < 0,5%	bei TOC-Gehalt ≥ 0,5%	
		[mg/kg TM]	[µg/l]		
	Antimon	4	5	5	
	Kobalt	50	26	62	
	Molybdän	4	35	53	
	Selen	3	5	5	
	Vanadium	200	20	35	
<b>Anlage 2</b>	(zu § 10 Absatz 4, § 12 Absatz 3, § 15 Absatz 1 Satz 1 und Absatz 2, § 24 Absatz 4 Nummer 3, 4 und 5, Absatz 5 und 6 Nummer 1 und 2, Absatz 7 Nummer 2 und 3, Absatz 9 Nummer 2 und Absatz 10 Nummer 2)			<b>Anhang 2</b>	
	<b>Prüf- und Maßnahmenwerte</b>			<b>Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte</b>	
	<b>Tabelle 1: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probennahme</b>				
		TOC-Gehalt < 0,5%	TOC-Gehalt ≥ 0,5%		
		[ug/l]			

	Antimon	10	10	
	Arsen	15	25	
	Blei	45	85	
	Bor	1 000	1 000	
	Cadmium	4	7,5	
	Chrom <sub>gesamt</sub>	50	50	
	Chrom VI	8	8	
	Kobalt	50	125	
	Molybdän	70	70	
	Nickel	40	60	
	Quecksilber	1	1	
	Selen	10	10	
	Zink	600	600	
	Cyanide <sub>gesamt</sub>	50	50	
	Cyanid <sub>leicht freisetzbar</sub>	10	10	
Fluorid	1 500	1 500		
	<b>Tabelle 2: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser im Sickerwasser am Ort der Beurteilung</b>		<b>3. Wirkungspfad Boden - Grundwasser</b>	
			<b>3.1 Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfads Boden - Grundwasser nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (in myg/l, Analytik nach Anhang 1)</b>	
		Prüfwert	Anorganische Stoffe	Prüfwert
		[µg/l]		(µg/l)
	Antimon	5	Antimon	10

Arsen	10	Arsen	10
Blei	10	Blei	25
Bor	1 000	Cadmium	5
Cadmium	3	Chrom <sub>gesamt</sub>	50
Chrom <sub>gesamt</sub>	50	Chromat	8
Chrom VI	8	Kobalt	50
Kobalt	10	Kupfer	50
Kupfer	50	Molybdän	50
Molybdän	35	Nickel	50
Nickel	20	Quecksilber	1
Quecksilber	1	Selen	10
Selen	10	Zink	500
Zink	600	Zinn	40
Cyanide <sub>gesamt</sub>	50	Cyanid <sub>gesamt</sub>	50
Cyanide <sub>leicht freisetzbar</sub>	10	Cyanid <sub>leicht freisetzbar</sub>	10
Fluorid	1500	Fluorid	750

**Tabelle 3: Prüfwerte für organische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probennahme und im Sickerwasser am Ort der Beurteilung**

	Prüfwert [µg/l]	Organische Stoffe	Prüfwert (µg/l)
Aldrin	0,03	Mineralölkohlenwasserstoffe 1)	200
Summe alkylierte Benzole (BTEX) <sup>1</sup>	20	BTEX 2)	20
		Benzol	1



Benzol	1	LHKW 3)	10
Summe Chlorbenzole	2	Aldrin	0,1
Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5	DDT	0,1
Summe Chlorphenole	2	Phenole	20
Hexachlorbenzol (HCB)	0,1	PCB, gesamt 4)	0,05
Summe Kohlenwasserstoffe <sup>2</sup>	200	PAK, gesamt 5)	0,20
Summe leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) <sup>3</sup>	20	Naphthalin	2
Summe Tri- und Tetrachlorethen	10		
Methyl-tertiär-butylether (MTBE)	10		
Summe Nonylphenole (=4-Nonylphenol, verzweigt und Nonylphenollisomere)	3		
Pentachlorphenol (PCP)	0,1		
Phenol	80		
Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB <sub>118</sub>	0,01		
PAK <sub>15</sub> <sup>4</sup>	0,2		
Naphthalin und Methylnaphthaline	2		
2,4-Dinitrotoluol	0,05		
2,6-Dinitrotoluol	0,05		
2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)	0,2		
2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	2		
1,3,5-Trinitro-hexahydro-1,3,5-triazin (Hexogen)	1		
Nitropenta (Pentaerythryltetranitrat (PETN))	10		

	<p>Perfluorbutansäure (PFBA) 10</p> <p>Perfluorhexansäure (PFHxA) 6</p> <p>Perfluoroktansäure (PFOA) 0,1</p> <p>Perfluorononansäure (PFNA) 0,06</p> <p>Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) 6</p> <p>Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) 0,1</p> <p>Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) 0,1</p>		
	<p><sup>1</sup> Summe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol.</p> <p><sup>2</sup> Summe der Kohlenwasserstoffe, die zwischen n-Dekan (C 10) und n-Tetracontan (C 40) von der gaschromatographischen Säule eluieren.</p> <p><sup>3</sup> Summe leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW): Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Der Prüfwert für Chlorethen ist zusätzlich einzuhalten.</p> <p><sup>4</sup> PAK<sub>15</sub>: PAK<sub>16</sub> ohne Naphthalin und Methylnaphthaline</p>	<p>1) n-Alkane (C 10 C39), Isoalkane, Cycloalkane und aromatische Kohlenwasserstoffe.</p> <p>2) Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Styrol, Cumol).</p> <p>3) Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe).</p> <p>4) PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongeneren nach Ballschmiter gemäß Altöl-VO (DIN 51527) multipliziert mit 5; ggf. z.B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller relevanten Einzelstoffe (DIN 38407-3-2 bzw. -3-3).</p> <p>5) PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline; in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z.B. Chinoline).</p>	
	<p><b>Tabelle 4: Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch</b></p>	<p><b>1. Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt)</b></p> <p><b>1.4 Prüfwerte nach §8 Abs.1 Satz 2 Nr.1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für die direkte Aufnahme von Schadstoffen ....</b></p>	

	Kinder- spielflächen	Wohn- gebiete	Park- und Freizeit- anlagen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke			Kinder- spielflächen	Wohn- gebiete	Park- und Freizeit- anlagen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke
	[mg/kg TM]						[mg/kg TM]			
Antimon	50	100	250	250		Arsen	25	50	125	140
Arsen	25	50	125	140		Blei	200	400	1 000	2 000
Blei	200	400	1 000	2 000		Cadmium	10 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	50	60
Cadmium	10 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	50	60		Cyanide	50	50	50	100
Cyanide	50	50	50	100		Chrom	200	400	1000	1000
Chrom <sub>gesamt</sub> <sup>2</sup>	200	400	400	200		Nickel	70	140	350	900
Chrom VI <sup>2</sup>	130	250	250	130		Quecksilber	10	20	50	80
Kobalt	300	600	600	300		Aldrin	2	4	10	-
Nickel	70	140	350	900		Benzo(a)pyren	2	4	10	12
Quecksilber	10	20	50	100		DDT	40	80	200	-
Thallium	5	10	25	-		Hexachlorbenzol	4	8	20	200
Aldrin	2	4	10	-		Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder β-HCH)	5	10	25	400
2,4-Dinitrotoluol	3	6	15	50		Pentachlorphenol	50	100	250	250
2,6-Dinitrotoluol	0,2	0,4	1	5		Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> ) <sup>2)</sup>	0,4	0,8	2	40
DDT (Dichlordiphenyl- trichlorethan)	40	80	200	400						
Hexachlorbenzol	4	8	20	200						

	Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder $\beta$ -HCH)	5	10	25	400	
	2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	150	300	750	1 500	
	1,3,5-Trinitrohexahydro-1,3, 5-triazin (Hexogen)	100	200	500	1 000	
	Nitropenta	500	1 000	2 500	5 000	
	Pentachlorphenol	50	100	250	500	
	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK <sub>16</sub> ) vertreten durch Benzo(a)pyren <sup>3</sup>	0,5	1	1	5	
	PCB <sub>6</sub>	0,4	0,8	2	40	
	2,4,6 Trinitrotoluol (TNT)	20	40	100	200	
	<p><sup>1</sup> In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden, gilt für Cadmium ein Prüfwert von 2,0 mg/kg Trockenmasse.</p> <p><sup>2</sup> Bei Überschreitung der Prüfwerte für Chrom<sub>gesamt</sub> ist der Anteil an Chrom VI zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom VI zu bewerten.</p> <p><sup>3</sup> Der Boden ist auf alle PAK<sub>16</sub> hin zu untersuchen. Die Prüfwerte beziehen sich auf den Gehalt an Benzo(a)pyren im Boden. Benzo(a)pyren repräsentiert dabei die Wirkung typischer PAK-Gemische auf ehemaligen Kokereien, ehemaligen Gaswerksgeländen und ehemaligen Teermischwerken/-ölläger. Weicht das PAK-Muster oder der Anteil von Benzo(a)pyren an der Summe der Toxizitätsäquivalente im zu bewertenden</p>	<p>1) In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.</p> <p>2) Soweit PCB-Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Meßwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.</p>				

	<p>Einzelfall deutlich von diesen typischen PAK-Gemischen ab, so ist dies bei der Anwendung der Prüfwerte zu berücksichtigen. Liegen die siedlungsbedingten Hintergrundwerte oberhalb der Prüfwerte für Benzo(a)pyren, ist dies bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse gemäß § 15 zu berücksichtigen.</p>									
	<p><b>Tabelle 5: Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch</b></p>					<p><b>1.2 Maßnahmenwerte nach §8 Abs.1 Satz 2 Nr.2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für die direkte Aufnahme von Dioxinen/Furanen ....</b></p>				
		Kinder-spielflächen	Wohn-gebiete	Park- und Freizeit-anlagen	Industrie- und Gewerbe-grundstücke		Kinder-spielflächen	Wohn-gebiete	Park- und Freizeit-anlagen	Industrie- und Gewerbe-grundstücke
		[ng WHO-TEQ <sup>1</sup> /kg TM]					[ng I-TEq/kg TM] <sup>1*)</sup>			
	Summe der Dioxine/Furane (PCDD/F) und dl-PCB <sup>2</sup>	100	1 000	1 000	10 000	Dioxine/Furane (PCDD/F)	100	1 000	1 000	10 000
	<p><sup>1</sup> Toxizitätsäquivalente, berechnet unter Verwendung der Toxizitätsäquivalenzfaktoren (WHO-TEF) von 2005.</p> <p><sup>2</sup> Summe der Dioxine (polychlorierte Dibenzopara-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) nach der DIN EN 16190:2019-10.</p>					<p>1*) Summe der 2,3,7,8 – TCDD-Toxizitätsäquivalente (nach NATO/CCMS)</p>				
	<p><b>Tabelle 6: Prüf- und Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze auf Ackerflächen und in Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität</b></p>					<p><b>2.2 Prüf- und Maßnahmenwerte nach § 8 Abs.1 Satz 2 Nr. 1 und 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze auf Ackerbauflächen und in Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität.....</b></p>				
	Stoff	Extraktionsverfahren	Prüfwert	Maßnahmenwert		Ackerbau, Nutzgarten				
		[mg/kg TM]				Stoff	Methode <sup>11)</sup>	Prüfwert	Maßnahmenwert	
	Arsen	Königswasser (KW)	200 <sup>1</sup>	–		[mg/kg TM]				
	Arsen	KW	200 <sup>22)</sup>	–		Arsen	KW	200 <sup>22)</sup>	–	

	Blei	Ammoniumnitrat (AN)	0,1	–		Blei	AN	0,1	–
	Cadmium	AN	–	0,04/0,1 <sup>2</sup>		Cadmium	AN	–	0,04/0,1 <sup>33)</sup>
	Quecksilber	KW	5	–		Quecksilber	KW	5	–
	Thallium	AN	0,1	–		Thallium	AN	0,1	–
	Benzo(a)pyren	siehe Anlage 3 Tabelle 5	1	–		Benzo(a)pyren	-	1	–
	DDT (Dichlordiphenyl-trichlorethan)	siehe Anlage 3 Tabelle 5	1	–					
	<p><sup>1</sup> Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg.</p> <p><sup>2</sup> Auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Gemüseanbau gilt ein Maßnahmenwert von 0,04 mg/kg; ansonsten gilt ein Maßnahmenwert von 0,1 mg/kg.</p>				<p>33) Auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Anbau stark Cadmiumreicherer Gemüsearten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg Trockenmasse; ansonsten gilt als Maßnahmenwert 0,1 mg/kg Trockenmasse.</p> <p>22) Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg Trockenmasse.</p> <p>11) Extraktionsverfahren für Arsen und Schwermetalle: AN = Ammoniumnitrat, KW = Königswasser.</p>				
<b>Tabelle 7: Prüf- und Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze auf Grünlandflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität</b>					<b>2.3 Maßnahmenwerte nach § 8 Abs.1 Satz 2 Nr. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze auf Grünlandflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität.....</b>				
	Stoff	Extraktionsverfahren	Prüfwert	Maßnahmenwert		Stoff	Extraktionsverfahren	Maßnahmenwert	
			[mg/kg TM]					mg/kg TM	
	Arsen	KW	50	–		Arsen	KW	50	
	Blei	KW	–	1 200		Blei	KW	1 200	
	Cadmium	KW	–	20 <sup>1</sup>		Cadmium	KW	20	

	Kupfer	KW	–	1 300 <sup>2</sup>		Kupfer	KW	1 300 <sup>11)</sup>	
	Nickel	KW	–	1 900		Nickel	KW	1 900	
	Quecksilber	KW	–	2		Quecksilber	KW	2	
	Thallium	KW	–	15		Thallium	KW	15	
	Hexachlorbenzol	siehe Anlage 3 Tabelle 5	0,5	–		Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	KW	0,2	
	Hexachlor- cyclohexan, gesamt	siehe Anlage 3 Tabelle 5	0,05	–					
	PCB <sub>6</sub>	siehe Anlage 3 Tabelle 5	–	0,2					
			[ng WHO-TEQ/kg TM]						
	PCDD/F <sup>3</sup>	siehe Anlage 3 Tabelle 5	15	–					
	<sup>1</sup> Bei Flächen mit pH-Werten unter pH 5 gilt ein Maßnahmenwert von 15 mg/kg. <sup>2</sup> Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt ein Maßnahmenwert von 200 mg/kg. <sup>3</sup> Summe der Dioxine, Furane (PCDD/F): polychlorierte Dibenzo-para-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)) ausgedrückt in WHO-TEQ (2005).				11) Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt ein Maßnahmenwert von 200 mg/kg.				
<b>Tabelle 8: Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze auf Ackerflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen</b>					<b>2.4 Prüfwerte nach § 8 Abs.1 Satz 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für den Schadstoffübergang Boden-Pflanze auf Ackerbauflächen im Hinblick auf die Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen.....</b>				
	Extraktionsverfahren	Prüfwert	Stoff		Stoff	Extraktionsverfahren	Prüfwert		
		[mg/kg TM]					[mg/kg TM]		

	Ammoniumnitrat (AN)	0,4	Arsen		Arsen	AN	0,4
	AN	1	Kupfer		Kupfer	AN	1
	AN	1,5	Nickel		Nickel	AN	1,5
	AN	2	Zink		Zink	AN	2
<b>Anlage 3</b>	(zu § 6 Absatz 11 Satz 1, § 15 Absatz 1 Satz 2, § 19 Absatz 9, § 20 Absatz 1 Satz 3 und 4, § 24 Absatz 2 und 4 bis 10)			<b>Anhang 1 Anforderungen an die Probennahme, Analytik und Qualitätssicherung bei der Untersuchung</b>			
	<b>Untersuchungsverfahren</b>			<b>3.1. Untersuchungsverfahren</b>			
	<b>Tabelle 1: Verfahren zur Bestimmung der physikalisch-chemischen Eigenschaften</b>			<b>3.1.3 Analyseverfahren - Böden, Bodenmaterial und sonstige Materialien</b>			
				<b>Tabelle 3: Analyse physikalisch-chemischer Eigenschaften</b>			
	Eigenschaft	Methode	Norm	Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode	
	Bestimmung der Trockenmasse	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben	DIN EN 14346:2007-03	Bestimmung der Trockenmasse	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 11465: 12.96	
			Verfahren A				
			DIN EN 15934:2012-11	Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung	luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 10694: 08.96	
	Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung	luftgetrocknete Bodenproben	DIN EN 15936:2012-11 DIN 19539:2016-12	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Suspension der feldfrischen oder luftgetrockneten Bodenprobe in CaCl <sub>2</sub> -Lösung; Konzentration (CaCl <sub>2</sub> ): 0,01 mol/l	DIN ISO 10390: 05.97	
	Organischer Kohlenstoff (TOC 400) nach trockener Verbrennung bis 400 °C	luftgetrocknete Bodenproben	DIN 19539:2016-12				
	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Suspension der feldfrischen oder luftgetrockneten	DIN EN 15933:2012-11	Korngrößenverteilung	1) Fingerprobe im Gelände	Bodenkundliche Kartieranleitung,	



		Bodenprobe in CaCl <sub>2</sub> -Lösung; Konzentration (CaCl <sub>2</sub> ): 0,01 mol/l				4. Auflage, 1994; DIN 19682-2: 04.97	*)
	Bodenart	Fingerprobe im Gelände	Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage Hannover 2009 (KA 5); Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, Hannover 2009; DIN ISO 11277:2002-08		2) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse *)	E DIN ISO 11277: 06.94 DIN 19683-2: 04.97	
					3) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode	DIN 18123: 11.96 E DIN ISO 11277: 06.94	
					Rohdichte	Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen	
	Korngrößenverteilung/Bodenart	Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse	DIN ISO 11277:2002-08	Empfohlene Methode			
		Siebung, Dispergierung, Aräometermethode	DIN ISO 11277:2002-08 DIN EN ISO 17892-4:2017-04				
	Rohdichte	Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei	DIN EN ISO 11272:2017-07				

105 °C, rückwiegen

**Tabelle 2: Verfahren zur Herstellung von Eluaten mit Wasser**

Verfahren	Verfahrenshinweise	Norm
Anorganische und organische Stoffe		
Elution mit Wasser durch Schüttelverfahren oder Säulenschnellverfahren	Flüssigkeits-Feststoffverhältnis 2:1	DIN 19528:2009-01 DIN 19529:2015-12

**3.1.2 Extraktion, Elution**

**Tabelle 2: Verfahren zur Herstellung von Eluaten mit Wasser**

Verfahren	Verfahrenshinweise	Methode
anorganische Stoffe		
Bodensättigungsextrakt	Verfahren siehe (1)	
Elution mit Wasser	- Probenmasse unter Berücksichtigung der Trockenmasse nach DIN 38414-2: 11.85 bzw. nach DIN ISO 11465: 12.96 - Filtration siehe (2)	DIN 38414-4: 10.84
organische Stoffe		
Säulen- oder Lysimeterversuch	Die zu erwartende Geschwindigkeit, mit der sich stoffspezifisch die Gleichgewichtskonzentration einstellt, ist zu beachten.	

(1) Gewinnung des Bodensättigungsextraktes:

Zur Vorbereitung wird der Bodenprobe in einem Polyethylen-Gefäß langsam soviel bidestilliertes Wasser zugegeben, daß sie vollständig durchfeuchtet ist. Die benötigte Menge an Wasser zur Vorbefeuchtung ist bodenartabhängig und sollte ungefähr der Feldkapazität entsprechen. Bei sandigen Proben wird von ca. 25%, bei lehmig/schluffigen Proben von ca. 35% und bei tonigen Proben von ca. 40% der Einwaage lufttrockenen Bodens ausgegangen. Die zugegebene Wassermenge ist gravimetrisch zu erfassen und zu notieren. Die Probe wird gut vermischt und unter Verdunstungsschutz 24 h bei 5 Grad C stengelassen.

Zur Herstellung des Bodensättigungsextrakts wird das vorbefeuchtete Bodenmaterial in Zentrifugenbecher überführt. Bidestilliertes Wasser wird unter ständigem Rühren langsam zugegeben, bis die Fließgrenze erreicht ist (Bildung einer glänzenden Oberfläche und Zerfließen einer Spachtelkerbe). Bei tonigen Proben muß 15 min bis zum Abschluß der Quellung gewartet und gegebenenfalls Wasser nachgegeben werden. Die zugegebene Wassermenge wird gravimetrisch erfaßt und die Bodenpaste mit einem Glasstab verrührt. Die Bodenpaste ist zur Gleichgewichtseinstellung 24 h im Kühlschrank oder -raum bei 5 Grad C unter Verdunstungsschutz aufzubewahren.

Aus der Einwaage lufttrockenen Bodens und zweimaliger Wasserzugabe wird das Boden/Wasser-Verhältnis berechnet. Dabei ist der Wassergehalt der lufttrockenen Probe an einem Aliquot separat zu erfassen (Trocknung bei 105 Grad C bis zur Gewichtskonstanz) und rechnerisch zu berücksichtigen.

Zur Gewinnung der Gleichgewichtsbodenlösung erfolgt die Zentrifugation in einer Kühlzentrifuge für 30 min. Die überstehende Lösung wird dekantiert und zur Abtrennung suspendierter Partikel in zuvor gewogene Polyethylen-Weithalsflaschen mittels Unterdruck membranfiltriert. Die Filtratmenge ist gravimetrisch zu bestimmen. Die Lösungen sind durch Zugabe von 10 Volumenanteilen Salpetersäure ( $c = 5 \text{ mol/l}$ ) zu stabilisieren, wobei die Säurezugabe bei der Auswertung von Meßergebnissen und der Erstellung von Kalibrierlösungen zu berücksichtigen ist.

(2) Filtrationsschritt:

Verwendet wird eine Druckfiltrationseinheit für Membranfilter (142 mm Durchmesser, medienführende Teile aus PTFE) mit einem Membranfilter mit 0,45  $\mu\text{m}$  Porenweite. Bei Nutzung abweichender Geräte ist das zu filtrierende Volumen entsprechend der Filterfläche zu verändern; das Verhältnis von filtrierendem Volumen und Filterfläche ist einzuhalten.

Nach dem Schütteln ist die Suspension ca. 15 min zur Sedimentation der größeren Partikel stehenzulassen. Die überstehende Flüssigkeit ist im Zentrifugenbecher weitestgehend zu dekantieren. Die Zentrifugation erfolgt für 30 min mit 2 000 g. Danach erfolgt das weitestgehend vollständige Dekantieren

				<p>der überstehenden Flüssigkeit in die Membrandruckfiltrationsapparatur. Nach 5 min druckloser Filtration wird zur Beschleunigung der Filtration ein Druck von 1 bar angelegt. Haben nach 15 min weniger als zwei Drittel des Eluats das Filter passiert, wird der Druck auf 2 bar erhöht. Falls erforderlich, wird der Druck nach weiteren 30 min auf 3,5 bar erhöht. Die Filtration wird solange fortgesetzt, bis der gesamte Überstand der Zentrifugation das Filter passiert hat. Ist die Filtration nach 120 min noch unvollständig, wird sie abgebrochen und mit dem unvollständigen Filtrat weitergearbeitet.</p>																													
	<p><b>Tabelle 3: Nutzungsorientierte Beprobungstiefe bei Untersuchungen zu den Wirkungspfaden Boden - Mensch und Boden - Nutzpflanze</b></p>			<p><b>2.1 Probennahmeplanung für Bodenuntersuchungen - Festlegung der Probennahmestellen und Beprobungstiefen</b></p> <p><b>Tabelle 1: Nutzungsorientierte Beprobungstiefe bei Untersuchungen zu den Wirkungspfaden Boden - Mensch und Boden - Nutzpflanze</b></p>																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wirkungspfad</th> <th>Nutzungsarten</th> <th>Beprobungstiefe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Boden-Mensch</td> <td>Kinderspielflächen, Wohngebiete</td> <td>0 - 10 cm<sup>1</sup> 10 - 30 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Park- und Freizeitanlagen</td> <td>0 - 10 cm<sup>1</sup></td> </tr> <tr> <td>Industrie- und Gewerbegrundstücke</td> <td>0 - 10 cm<sup>1</sup></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Boden-Nutzpflanze</td> <td>Ackerflächen, Nutzgärten</td> <td>0 - 30 cm<sup>3</sup> 30 - 60 cm</td> </tr> <tr> <td>Grünlandflächen</td> <td>0 - 10 cm<sup>4</sup> 10 - 30 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Wirkungspfad	Nutzungsarten	Beprobungstiefe	Boden-Mensch	Kinderspielflächen, Wohngebiete	0 - 10 cm <sup>1</sup> 10 - 30 cm <sup>2</sup>	Park- und Freizeitanlagen	0 - 10 cm <sup>1</sup>	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0 - 10 cm <sup>1</sup>	Boden-Nutzpflanze	Ackerflächen, Nutzgärten	0 - 30 cm <sup>3</sup> 30 - 60 cm	Grünlandflächen	0 - 10 cm <sup>4</sup> 10 - 30 cm		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wirkungspfad</th> <th>Nutzung</th> <th>Beprobungstiefe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Boden - Mensch</td> <td>Kinderspielfläche, Wohngebiet</td> <td>0-10 cm <sup>1)</sup> 10-35 cm <sup>2)</sup></td> </tr> <tr> <td>Park- und Freizeitanlage</td> <td>0-10 cm <sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td>Industrie- und Gewerbegrundstücke</td> <td>0-10 cm <sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Boden - Nutzpflanze</td> <td>Ackerbau, Nutzgarten</td> <td>0-30 cm <sup>3)</sup> 30-60 cm</td> </tr> <tr> <td>Grünland</td> <td>0-10 cm <sup>4)</sup> 10-30 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe	Boden - Mensch	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0-10 cm <sup>1)</sup> 10-35 cm <sup>2)</sup>	Park- und Freizeitanlage	0-10 cm <sup>1)</sup>	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0-10 cm <sup>1)</sup>	Boden - Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0-30 cm <sup>3)</sup> 30-60 cm	Grünland	0-10 cm <sup>4)</sup> 10-30 cm
Wirkungspfad	Nutzungsarten	Beprobungstiefe																															
Boden-Mensch	Kinderspielflächen, Wohngebiete	0 - 10 cm <sup>1</sup> 10 - 30 cm <sup>2</sup>																															
	Park- und Freizeitanlagen	0 - 10 cm <sup>1</sup>																															
	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0 - 10 cm <sup>1</sup>																															
Boden-Nutzpflanze	Ackerflächen, Nutzgärten	0 - 30 cm <sup>3</sup> 30 - 60 cm																															
	Grünlandflächen	0 - 10 cm <sup>4</sup> 10 - 30 cm																															
Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe																															
Boden - Mensch	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0-10 cm <sup>1)</sup> 10-35 cm <sup>2)</sup>																															
	Park- und Freizeitanlage	0-10 cm <sup>1)</sup>																															
	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0-10 cm <sup>1)</sup>																															
Boden - Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0-30 cm <sup>3)</sup> 30-60 cm																															
	Grünland	0-10 cm <sup>4)</sup> 10-30 cm																															
	<p><sup>1</sup> Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0 – 2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades.</p>			<p><sup>1)</sup> Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0-2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades.</p>																													

	<p><sup>2</sup> 30 cm durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten, zugleich von Kindern erreichbare Tiefe.</p> <p><sup>3</sup> Bei abweichender Mächtigkeit des Bearbeitungshorizontes bis zur Untergrenze des Bearbeitungshorizontes.</p> <p><sup>4</sup> Bei abweichender Mächtigkeit des Hauptwurzelbereiches bis zur Untergrenze des Hauptwurzelbereiches.</p>	<p><sup>2)</sup> 0-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten; zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe.</p> <p><sup>3)</sup> Bearbeitungshorizont.</p> <p><sup>4)</sup> Hauptwurzelbereich.</p>																																
	<p><b>Tabelle 4: Verfahren zur Bestimmung anorganischer Stoffgehalte</b></p>	<p><b>3.1.3 Analysenverfahren - Böden, Bodenmaterial und sonstige Materialien</b></p> <p><b>Tabelle 4: Analyse anorganischer Schadstoffgehalte</b></p>																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stoff</th> <th>Methode</th> <th>Norm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chromgesamt, Kobalt, Kupfer, Nickel, Molybdän, Selen, Thallium, Vanadium, Zink</td> <td>ICP-Atomemissionsspektrometrie (ICP-AES/ICP-OES)</td> <td>DIN ISO 22036:2009-06</td> </tr> <tr> <td>induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)</td> <td>DIN EN ISO 11885:2009-09 DIN EN 16170:2017-01</td> </tr> <tr> <td>ICP-Massenspektrometrie (ICP-MS) möglich, Berücksichtigung von spektralen Störungen bei hohen Matrixkonzentrationen erforderlich</td> <td>DIN EN 16171:2017-01 DIN EN ISO 17294-2:2017-01</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Arsen</td> <td>ICP-AES/ICP-OES</td> <td>DIN ISO 22036:2009-06</td> </tr> <tr> <td>ICP-MS</td> <td>DIN EN ISO 17294-2:2017-01</td> </tr> </tbody> </table>	Stoff	Methode	Norm	Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chromgesamt, Kobalt, Kupfer, Nickel, Molybdän, Selen, Thallium, Vanadium, Zink	ICP-Atomemissionsspektrometrie (ICP-AES/ICP-OES)	DIN ISO 22036:2009-06	induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DIN EN ISO 11885:2009-09 DIN EN 16170:2017-01	ICP-Massenspektrometrie (ICP-MS) möglich, Berücksichtigung von spektralen Störungen bei hohen Matrixkonzentrationen erforderlich	DIN EN 16171:2017-01 DIN EN ISO 17294-2:2017-01	Arsen	ICP-AES/ICP-OES	DIN ISO 22036:2009-06	ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Untersuchungsparameter</th> <th>Verfahrenshinweise</th> <th>Methode</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn</td> <td>AAS</td> <td>E DIN ISO 11047: 06.95</td> </tr> <tr> <td>As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn</td> <td>ICP-AES (ICP-MS möglich) Berücksichtigung von spektralen Störungen bei hohen Matrixkonzentrationen erforderlich</td> <td>DIN EN ISO 11885: 04.98</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Arsen (As)</td> <td>ET-AAS</td> <td>In Analogie zu E DIN ISO 11047: 06.95</td> </tr> <tr> <td>Hydrid-AAS</td> <td>DIN EN ISO 11969: 11.96</td> </tr> <tr> <td>Quecksilber (Hg)</td> <td>AAS-Kaltdampftechnik Bei der Probenvorbereitung darf die Trocknungstemperatur</td> <td>DIN EN 1483: 08.97 Reduktion mit Zinn(II)-chlorid oder NaBH<sub>4</sub></td> </tr> </tbody> </table>	Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode	Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	AAS	E DIN ISO 11047: 06.95	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: 04.98	Arsen (As)	ET-AAS	In Analogie zu E DIN ISO 11047: 06.95	Hydrid-AAS	DIN EN ISO 11969: 11.96	Quecksilber (Hg)	AAS-Kaltdampftechnik Bei der Probenvorbereitung darf die Trocknungstemperatur	DIN EN 1483: 08.97 Reduktion mit Zinn(II)-chlorid oder NaBH <sub>4</sub>
Stoff	Methode	Norm																																
Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chromgesamt, Kobalt, Kupfer, Nickel, Molybdän, Selen, Thallium, Vanadium, Zink	ICP-Atomemissionsspektrometrie (ICP-AES/ICP-OES)	DIN ISO 22036:2009-06																																
	induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)	DIN EN ISO 11885:2009-09 DIN EN 16170:2017-01																																
	ICP-Massenspektrometrie (ICP-MS) möglich, Berücksichtigung von spektralen Störungen bei hohen Matrixkonzentrationen erforderlich	DIN EN 16171:2017-01 DIN EN ISO 17294-2:2017-01																																
Arsen	ICP-AES/ICP-OES	DIN ISO 22036:2009-06																																
	ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01																																
Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode																																
Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	AAS	E DIN ISO 11047: 06.95																																
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: 04.98																																
Arsen (As)	ET-AAS	In Analogie zu E DIN ISO 11047: 06.95																																
	Hydrid-AAS	DIN EN ISO 11969: 11.96																																
Quecksilber (Hg)	AAS-Kaltdampftechnik Bei der Probenvorbereitung darf die Trocknungstemperatur	DIN EN 1483: 08.97 Reduktion mit Zinn(II)-chlorid oder NaBH <sub>4</sub>																																

		Hydrid-Atom- absorptionsspektrometrie (Hydrid-AAS)	E DIN ISO 17378- 2:2017-01 DIN ISO 20280:2010-05			40 Grad C nicht überschreiten	
	Quecksilber	AAS-Kaltdampftechnik; bei der Probenvorbehandlung darf die Trocknungstemperatur 40 °C nicht überschreiten	DIN EN ISO 15586:2004-02		Chrom (VI)	1) Extraktion mit phosphatgepufferter Aluminiumsulfatlösung	Spektralphotometrie DIN 19734: 01.99
		ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01			2) Elution mit Wasser, Abtrennung von Cr(III), Bestimmung von löslichem Cr(VI) in Böden	DIN 38405-24: 05.87
	Chrom VI	alkalisches Heiß- Extraktionsverfahren mit Natronlauge (0,5 mol/l)/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -Lösung (0,28 mol/l)	DIN EN 15192:2007-02		Cyanide		E DIN ISO 11262: 06.94
	Cyanide	Verfahren mittels kontinuierlicher Durchflussanalyse	DIN EN ISO 17380:2013-10				
	<b>Tabelle 5: Verfahren zur Bestimmung organischer Stoffgehalte</b>				<b>3.1.3 Analysenverfahren - Böden, Bodenmaterial und sonstige Materialien</b>		
					<b>Tabelle 5: Analyse organischer Schadstoffgehalte</b>		
	Stoff	Methode	Norm		Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode
	PAK <sub>16</sub> Benzo(a)pyren	Extraktion mit Aceton, Zugabe von Petrolether, Entfernen des Acetons, chromatographische Reinigung des	DIN ISO 18287:2006- 05 DIN EN 16181:2019- 08		Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): 16 PAK (EPA) Benzo(a)pyren	1) Soxhlet-Extraktion mit Toluol, chromatographisches Clean-up; Quantifizierung mittels GC-MS *)	Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW, 1994 *)

		Petroletherextraktes; Quantifizierung mittels GC-MS oder Aufnahme des Petroletherextraktes in Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC mit UV/DAD bzw. FLD			2) Extraktion mit Tetrahydrofuran oder Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/F *)	Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW, 1994 *)	
	Hexachlorbenzol	Extraktion mit Aceton/ Cyclohexan- Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	DIN ISO 10382:2003- 05		3) Extraktion mit Aceton, Zugeben von Petrolether, Entfernung des Acetons, chromatographische Reinigung des Petroletherextraktes, Aufnahme in Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/F	E DIN ISO 13877: 06.95	
	Pentachlorphenol	Soxhlet-Extraktion mit Heptan oder Aceton/ Heptan (50:50); Derivatisierung mit Essigsäureanhydrid; Quantifizierung mittels GCECD oder GC-MS	DIN ISO 14154:2005- 12		4) Extraktion mit einem Wasser/Aceton/ Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl; Quantifizierung mittels GC- MS oder HPLC-UV/DAD/F	VDLUF- Methodenbuch, Band VII; Handbuch Altlasten Bd. 7, LfU HE	
					Hexachlorbenzol	Extraktion mit Aceton/ Cyclohexan-Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. Chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons; Quantifizierung mittels GC- ECD oder GC-MS	E DIN ISO 10382: 02.98
					Pentachlorphenol	Soxhlet-Extraktion mit Heptan oder Aceton/	E DIN ISO 14154: 10.97

	Aldrin, DDT, Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder $\beta$ -HCH)	Extraktion mit Aceton/ Cyclohexan-Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	DIN ISO 10382:2003-05		Heptan (50:50); Derivatisierung mit Essigsäureanhydrid; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	
	PCB <sub>6</sub>	Extraktion mit Aceton/ Cyclohexan-Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	DIN ISO 10382:2003-05 DIN EN 16167:2019-06	Aldrin, DDT, HCH-Gemisch	1) Extraktion mit Petrolether oder Aceton/Petrolether-Gemisch, chromatographische Reinigung; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS *)	E DIN ISO 10382: 02.98 *)
	PCDD/F, dl-PCB	Soxhlet-Extraktion der Proben mit Toluol, chromatographische Reinigung; Quantifizierung mittels HR GC-MS	DIN 38414-24:2000-10 DIN EN 16190:2019-10	Polychlorierte Biphenyle (PCB): 6 PCB-Kongenere (Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180 nach Ballschmiter)	2) Extraktion mit Wasser/Aceton/Petrolether-Gemisch; Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	VDLUFA-Methodenbuch, Band VII
					1) Extraktion mit Heptan oder Aceton/Petrolether, chromatographische Reinigung; Quantifizierung mittels GC-ECD (GC-MS möglich)	E DIN ISO 10382: 02.98
				2) Soxhlet-Extraktion mit Heptan, Hexan oder Pentan, chromatographische Reinigung an	DIN 38414-20: 01.96	



	2,4-Dinitrotoluol, 2,6-Dinitrotoluol, 2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl), 1,3,5-Trinitrohexahydro-1,3,5-triazin (Hexogen), Nitropenta, 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)	Extraktion mit Methanol oder Acetonitril und Quantifizierung mittels HPLC mit UV/DAD oder Extraktion mit Methanol, Umlösen in Toluol und Quantifizierung mittels GC-ECD oder GC-MS	DIN ISO 11916-1:2014-11 DIN ISO 11916-2:2014-11 für Hexogen und Hexyl ausschließlich: DIN ISO 11916-1:2014-11		AgNO(tief)3/Kieselgelsäure; Quantifizierung mittels GC-ECD (GC-MS möglich)	
	EOX	Die extrahierbare organisch gebundenen Halogene werden nach Gefriertrocknung und Extraktion mit z. B. Hexan erfasst und im Sauerstoffstrom verbrannt. Die Temperatur im Verbrennungsraum während der gesamten Analysenzeit muss mindestens 950 °C betragen (Gerät, z. B. Microcoulometer)	DIN 38414-17:2017-01		3) Extraktion mit einem Wasser/Aceton/Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl; Quantifizierung mittels GC-ECD (GC-MS möglich)	VDLUFA-Methodenbuch, Band VII
				Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	Soxhlet-Extraktion gefriergetrockneter Proben mit Toluol, chromatographische Reinigung; Quantifizierung mittels GC-MS	nach Klärschlammverordnung unter Beachtung von DIN 38414-24: 2000-10
*) empfohlene Methode.						

**Tabelle 6: Verfahren zur Bestimmung der Konzentration anorganischer Stoffe**

Stoff	Methode	Norm
Antimon, Arsen, Barium, Blei, Bor, Cadmium, Chrom gesamt, Kobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, Selen, Thallium, Vanadium, Zink	ICP-AES/ICP-OES	DIN ISO 22036:2009-06
	ICP-MS möglich	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Arsen, Antimon	AAS-Graphitrohr	DIN EN ISO 15586:2004-02
	ICP-AES/ICP-OES	DIN ISO 22036:2009-06
	ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom VI	Trennung und Bestimmung analog der Behandlung der Extraktionslösung	DIN EN 15192:2007-02
Quecksilber	AAS	DIN EN 16175-1:2016-12 DIN EN ISO 12846:2012-08
	ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
	Atomfluoreszenzspektrometrie (AFS)	DIN EN 16175-2:2016-12

**3.1.3 Analysenverfahren – Eluate und Sickerwasser**

**Tabelle 6: Bestimmung der Konzentration anorganischer Schadstoffe in Eluaten und Sickerwasser**

Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode
As, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn	ICP-AES (ICP-MS möglich)	Auf der Grundlage DIN EN ISO 11885:04.98 <sup>1)</sup>
Arsen (As), Antimon (Sb)	Hydrid-AAS	DIN EN ISO 11969: 11.96
Blei (Pb)	AAS	DIN 38406-6:07.98
Cadmium (Cd)	AAS	DIN EN ISO 5961: 05.95
Chrom (Cr), gesamt	AAS	DIN EN 1233:08.96
Chrom (Cr VI)	Spektralphotometrie Ionenchromatographie	DIN 38405-24:05.87
		DIN EN ISO 10304-3: 11.97
Cobalt (Co)	AAS	DIN 38406-24:03.93

			DIN EN ISO 17852:2008-04		Kupfer (Cu)	AAS	DIN 38406-7: 09.91
	Selen	ICP-AES/ICP-OES	DIN ISO 22036:2009-06		Nickel (Ni)	AAS	DIN 38406-11: 09.91
		ICP-MS	DIN EN ISO 17294-2:2017-01		Quecksilber (Hg)	AAS-Kaltdampftechnik	DIN EN 1483: 08.97
	Cyanide <sub>gesamt</sub>	Spektralphotometrie	DIN 38405-13:2011-04		Selen (Se)	AAS	DIN 38405-23: 10.94
			DIN EN ISO 14403-1:2012-10 DIN EN ISO 14403-2:2012-10		Zink (Zn)	AAS	DIN 38406-8: 10.80
	Cyanide <sub>leicht freisetzbar</sub>	Spektralphotometrie	DIN 38405-13:2011-04		Cyanid (CN-), gesamt	Spektralphotometrie	DIN 38405-13: 02.81
			DIN EN ISO 14403-1:2012-10 DIN EN ISO 14403-2:2012-10				E DIN EN ISO 14403: 05.98
	Fluorid, Sulfat	Fluoridsensitive Elektrode	DIN 38405-4:1985-07		Cyanid (CN-), leicht freisetzbar	Spektralphotometrie	DIN 38405-13: 02.81
		Ionenchromatographie	DIN EN ISO 10304-1:2009-07		Fluorid (F-)	Fluoridsensitive	DIN 38405-4: 07.85
						Elektrode Ionenchromatographie	DIN EN ISO 10304-1: 04.95
<b>Tabelle 7: Verfahren zur Bestimmung der Konzentration organischer Stoffe</b>				<b>3.1.3 Analysenverfahren – Eluate und Sickerwasser</b>			
				<b>Tabelle 7: Bestimmung der Konzentration organischer Schadstoffe im Bodensickerwasser</b>			

Stoff	Methode	Norm	Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode
BTEX <sup>1</sup>	GC-FID (Matrixbelastung beachten), HS-GC-MS	DIN 38407-43:2014-10	Benzol	GC-FID	DIN 38407-9: 05.91 <sup>2*</sup>
	Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption	DIN EN ISO 15680:2004-04			
Anthracen	HPLC-F, GC-MS	DIN EN ISO 17993:2004-03 DIN 38407-39:2011-09	BTEX	GC-FID Matrixbelastung beachten	DIN 38407-9: 05.91
Benzo(a)pyren	HPLC-F, GC-MS	DIN EN ISO 17993:2004-03 DIN 38407-39:2011-09	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	GC-ECD	DIN EN ISO 10301: 08.97
Benzol	HS-GC-MS, HS-SPME GC-MS	DIN 38407-43:2014-10 DIN EN ISO 17943:2016-10	Aldrin	GC-ECD (GC-MS möglich)	DIN 38407-2: 02.93
Summe Chlorbenzole	GC-MS	DIN 38407-37:2013-11	DDT	GC-ECD (GC-MS möglich)	DIN 38407-2: 02.93
Chlorethen (Vinylchlorid)	) HS-SPME GC-MS	DIN EN ISO 17943:2016-10	Phenole	GC-ECD	ISO/DIS 8165-2: 01.97
Summe Chlorphenole	GC-ECD, GC-MS	DIN EN 12673:1999-05	Chlorphenole	GC-ECD oder GC-MS	ISO/DIS 8165-2: 01.97
			Chlorbenzole	GC-ECD (GC-MS möglich)	DIN 38407-2: 02.93
			PCB, gesamt	GC-ECD	DIN EN ISO 6468: 02.97 DIN 51527-1: 05.87

	Pentachlorphenol	GC-ECD, GC-MS	DIN EN 12673:1999-05		GC-ECD oder GC-MS	DIN 38407-3: 07.98
	Hexachlorbenzol (HCB)	GC-MS	DIN 38407-37:2013-11	PAK, gesamt	HPLC-F	DIN 38407-8: 10.95
	Summe Chlorbenzole	GC-MS	DIN 38407-37:2013-11	Naphthalin	GC-FID oder GC-MS	DIN 38407-9: 05.91
	Pentachlorphenol	GC-ECD, GC-MS	DIN EN 12673:1999-05	Mineralölkohlenwasserstoffe	Extraktion mit Petrolether, gaschromatographische Quantifizierung	nach ISO/TR 11046: 06.94
	Hexachlorbenzol (HCB)	GC-MS	DIN 38407-37:2013-11	1*Durch geeignete Maßnahmen oder eine geeignete gerätetechnische Ausstattung ist die Bestimmungsgrenze dem Untersuchungsziel anzupassen.		
	Summe Kohlenwasserstoffe <sup>2</sup>	Extraktion mit Petrolether, gaschromatographische Quantifizierung	DIN EN ISO 9377-2:2001-07	2*Anpassung der Bestimmungsgrenze erforderlich.		
	LHKW <sup>3</sup>	GC-MS GC HS-SPME GC-MS	DIN 38407-43:2014-10 DIN EN ISO 10301:1997-08 DIN EN ISO 17943:2016-10			
	Methyl-tertiär-butylether (MTBE)	GC-MS, HS-SPME GC-MS	DIN 38407-43:2014-10 DIN EN ISO 17943:2016-10			
Naphthalin und Methylnaphthaline	GC-MS	DIN 38407-39:2011-09				

		Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption GC-MS HS-SPME GC-MS	DIN EN ISO 15680:2004- 04 DIN 38407- 43:2014-10 DIN EN ISO 17943:2016- 10	
	Summe Nonylphenol (= 4- Nonylphenol, verzweigt, und Nonylphenol-Isomere)	GC-MS	DIN EN ISO 18857- 1:2007-02	
	Phenole	GC-MS	DIN 38407- 27:2012-10	
	Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB- 118	GC-MS	DIN 38407- 37:2013-11	
	PAK <sub>16</sub>	HPLC-F, GC-MS	DIN EN ISO 17993:2004- 03 DIN 38407- 39: 2011-09	
	Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	GC-MS HS-SPME GC-MS	DIN 38407- 43:2014-10 DIN EN ISO 17943:2016- 10	
	Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluoroktansäure (PFOA), Perfluornonansäure (PFNA), Perfluorbutansulfonsäure (PFBS), Perfluorhexansäure	Verfahren mittels Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie und massen- spektrometrischer Detektion	DIN 38407- 42:2011-03 DIN 38414- 14:2011-08	

	(PFHxA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	(HPLC-MS/MS) nach Fest- Flüssig-Extraktion		
	2,4-Dinitrotoluol, 2,6- Dinitrotoluol, 2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitro- diphenylamin (Hexyl), 1,3,5-Trinitrohexahydro- 1,3,5-triazin (Hexogen), Nitropenta, 2,4,6- Trinitrotoluol (TNT)	HPLC mit UV-Detektion	DIN EN ISO 22478:2006- 07	
	<sup>1</sup> BTEX: Summe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole. <sup>2</sup> Summe der Kohlenwasserstoffe, die zwischen n-Dekan (C 10) und n-Tetracontan (C 40) von der gaschromatographischen Säule eluieren. <sup>3</sup> LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d. h. Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane.			
	<b>Tabelle 8: Bodenluft- und Deponiegasuntersuchung</b>			<b>3.2 Untersuchung von Bodenluft</b>
	Stoff	Methode	Norm	Die Untersuchung von Bodenluft erfolgt nach VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2 und 3.
	BTEX, LHKW, leichtflüchtige aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane, Cycloalkane und Alkene mit 5 bis 10 C-Atomen), MTBE	Messplanung Bodenluft	VDI 3865-1:2005-06	
		Probennahmetechnik, Messstellen	VDI 3865-2:1998-01	
		Anreicherungstechnik	VDI 3865-3:1998-06	
		Direktmesstechnik	VDI 3865-4:2000-12	
		Messplanung	VDI 3860-4:2012-06	

	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub>	Bestimmung der Haupt- und Spurenkomponenten	VDI 3860-2:2019-05		
		Diffuse CH <sub>4</sub> -Ausgasung; oberflächennahe CH <sub>4</sub> - Bestimmung	VDI 3860-3:2017-11		