



NDR-Fernsehen
Innenpolitik
Frau Esra Özer
Hugh-Greene-Weg 1
22529 Hamburg

Lafu GmbH
Am Wollelager 8
27749 Delmenhorst
- Germany -
Tel.: (0 42 21) 1 44 52
Fax: (0 42 21) 1 49 45
Mobil: (01 71) 3 49 01 49
E-Mail: info@lafu-gmbh.com
http://www.lafu-gmbh.com

Untersuchungsprotokoll A

Delmenhorst, 12.10.2020

Auftrags-Nr.: A20670	Probeneingang: 07.10.2020
Ort der Probenahme:	Elmeloher Weg bzw. Tiergarten in 27753 Delmenhorst
Datum und Uhrzeit der Probenahme:	07.10.2020, 16:00 Uhr bis 18:30 Uhr
Probenehmer:	Lafu GmbH
Bezeichnung der Proben:	A20670-1: Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel A20670-2: Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut A20670-3: Wasserprobe aus Welse (gegenüber der Ölsperre aus Einbuchtung) A20670-4: Wasserprobe aus Welse (aus Ölsperre) A20670-5: Probe 0, Ascheflusen, Frau Frenkel, Elmeloher Weg 41 A20670-6: Probe 1, Ascheflusen, hinter Grundstück von Frau Frenkel, auf Grundstück Möller A20670-7: Probe 2, Fasern, Haus Nr. 46, Terrasse, Garten A20670-8: Probe 3, Ascheflusen, Gehsteig neben Haus Nr. 46 A20670-9: Grundwasser, Haus Nr. 35, Brüggemann (Rückstellprobe) A20670-10: Grundwasser, Haus Nr. 25a (Rückstellprobe)
Untersuchungsauftrag:	A20670-1 und A20670-2: Chemische Untersuchung Feststoff und Eluat gem. LAGA M20 TR 11/04, Tab. II.1.2-2 und Tab. II.1.2-4 sowie Tab. II.1.2-3 und Tab. II.1.2-5 Leuchtbakterientest von Eluat A20670-3: MKW, Leuchtbakterientest A20670-4: MKW, Tenside, Leuchtbakterientest A20670-5 bis A20670-8: Mikroskopische Untersuchung ggf. Asbest
Datum der Analysendurchführung:	07.10.2020 – 12.10.2020







Hinweis: Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung des Berichtes darf nur mit schriftlicher Genehmigung der Lafu, Labor für chemische und mikrobiologische Analytik GmbH erfolgen.
Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

Die Analysenergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt und werden mit den Zuordnungswerten gemäß LAGA M20 verglichen.

Die Zuordnungswerte in den folgenden Tabellen sind farblich markiert:

Feststoff: hellgrün ($\leq Z 0$), dunkelgrün ($> Z 0$ und $\leq Z 0^*$), gelb ($> Z 0 / Z 0^*$ und $\leq Z 1$), rot ($> Z 1$ und $\leq Z 2$), dunkelrot ($> Z 2$); Eluat: hellgrün ($\leq Z 0 / Z 0^*$), gelb ($> Z 0 / Z 0^*$ und $\leq Z 1.1$), orange ($> Z 1.1$ und $\leq Z 1.2$), rot ($> Z 1.2$ und $\leq Z 2$) und dunkelrot ($> Z 2$).

Die einzelnen Messwerte sind ebenso farblich markiert entsprechend der Einstufung in die entsprechenden Zuordnungswerte.

	$\leq Z 0$ bzw. $\leq Z 0 / Z 0^*$	uneingeschränkter Einbau
	$> Z 0$ und $\leq Z 0^*$	uneingeschränkter offener Einbau unterhalb der durchwurzelten Bodenschicht
	$> Z 0 / Z 0^*$ und $\leq Z 1.1$	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken
	$> Z 1.1$ und $\leq Z 1.2$	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken unter hydrogeologisch günstigen Bedingungen
	$> Z 1$ und $\leq Z 2$ bzw. $> Z 1.2$ und $\leq Z 2$	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen in technischen Bauwerken
	$> Z 2$	keine Wiederverwertung nach den Richtlinien der LAGA möglich; Entsorgung oder Reinigung des Bodens

Chemische Untersuchung Feststoff mit Zuordnungswerten gemäß LAGA-TR Boden 11/04, Tab.II.1.2-2 und Tab. II.1.2-4:

Parameter	Methode	Dimension	A20670-1 Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasser- kanal, kleiner Gullideckel	Zuordnungswerte für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen bzw. für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken – Feststoffgehalte im Bodenmaterial gemäß LAGA-TR M 20					
				Z0 (Sand)	Z0 (Lehm/ Schluff)	Z0 (Ton)	Z0 ^{*1)}	Z1	Z2
Trockensubstanz (TS)	DIN EN 12880	Masse %	85,4						
Arsen	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	1,93	10	15	20	15 ²⁾	45	150
Blei	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	16,9	40	70	100	140	210	700
Cadmium	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	0,44	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	6,31	30	60	100	120	180	600
Kupfer	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	9,50	20	40	60	80	120	400
Nickel	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	4,08	15	50	70	100	150	500
Thallium	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	< 0,2	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7
Quecksilber	E DIN ISO 16772	mg/kg TS	< 0,1	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5
Zink	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	88,9	60	150	200	300	450	1500
Cyanide gesamt	DIN ISO 11262	mg/kg TS	< 0,02					3	10
TOC	DIN EN 15936	Masse % TS	< 0,5	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	1,5	5
EOX	DIN 38414-S17	mg Cl/kg TS	0,82	1	1	1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10
Mineralöl-Kohlen- wasserstoffe C10-C22	DIN EN 14039	mg/kg TS	5,4	100	100	100	200 (400) ⁷⁾	300 (600) ⁷⁾	1000 (2000) ⁷⁾
Mineralöl-Kohlen- wasserstoffe C10-C40	DIN EN 14039	mg/kg TS	24,6						
Summe BTEX	DIN 38407-F43	mg/kg TS	< 0,1	1	1	1	1	1	1
Summe LHKW	DIN EN ISO 10301-F4	mg/kg TS	0,14	1	1	1	1	1	1
Summe PCB	DIN EN 15308	mg/kg TS	< 0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5
Summe PAK nach EPA	DIN ISO 18287	mg/kg TS	1,8	3	3	3	3	3 (9) ⁸⁾	30
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287	mg/kg TS	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

²⁾ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

³⁾ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

⁴⁾ Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

⁵⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

⁶⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

⁷⁾ Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C₁₀ bis C₄₀), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

⁸⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

Chemische Untersuchung Feststoff auf Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):

Methode: Gaschromatographie Massenspektrometrie (GC-MS): DIN ISO 18287

Parameter	Dimension	A20670-1
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel
PAKs		
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,1*
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,1*
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,1*
Fluoren	mg/kg TS	< 0,1*
Phenanthren	mg/kg TS	0,2
Anthracen	mg/kg TS	0,1
Fluoranthren	mg/kg TS	0,6
Pyren	mg/kg TS	0,3
Benz-(a)-anthracen	mg/kg TS	0,2
Chrysen	mg/kg TS	0,1
Benzo-(b)-fluoranthren	mg/kg TS	0,1
Benzo-(k)-fluoranthren	mg/kg TS	0,1
Benzo-(a)-pyren	mg/kg TS	0,1
Indeno-(1,2,3-cd)-pyren	mg/kg TS	< 0,1*
Dibenz-(a,h)-anthracen	mg/kg TS	< 0,1*
Benzo-(ghi)-perylene	mg/kg TS	< 0,1*
Summe PAK nach EPA (berechnet)	mg/kg TS	1,8

* in Spuren nachweisbar, aber kleiner als 0,1 mg/kg TS

Chemische Untersuchung Feststoff auf Polychlorierte Biphenyle (PCB):

Methode: Gaschromatographie Massenspektrometrie (GC-MS): DIN EN 15308

Parameter	Dimension	A20670-1
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel
PCBs		
PCB # 28	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 52	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 101	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 138	mg/kg TS	< 0,05*
PCB # 153	mg/kg TS	< 0,05*
PCB # 180	mg/kg TS	< 0,05
Summe PCB (berechnet)	mg/kg TS	---

* in Spuren nachweisbar, aber kleiner als 0,05 mg/kg TS

Parameter	Dimension	A20670-1
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel
Weitere Auffälligkeiten:		
Flammschutzmittel		
Tris-(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)	mg/kg TS	0,1
Tris-(2-chlorisopropyl)-phosphat (TCPP)	mg/kg TS	0,1
Pestizide (Holzschutzmittel)		
Summe (DDT/DDE/DDD)	mg/kg TS	< 0,1

Chemische Untersuchung Eluat mit Zuordnungswerten gemäß LAGA-TR Boden 11/04, Tab. II.1.2-3 und Tab. II.1.2-5:

Parameter	Methode	Dimension	A20670-1 Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasser- kanal, kleiner Gullideckel	Zuordnungswerte für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen bzw. für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken - Eluatkonzentrationen im Bodenmaterial gemäß LAGA-TR Boden			
				Z0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	DIN EN ISO 10523		7,08	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	µS/cm	162	250	250	1500	2000
Chlorid	DIN 38405-D1	mg/l	19	30	30	50	100 ¹⁾
Sulfat	DIN 38405-D5	mg/l	12	20	20	50	200
Cyanide gesamt	DIN 38405-D13	µg/l	< 5	5	5	10	20
Arsen	DIN EN ISO 11885	µg/l	< 1	14	14	20	60 ²⁾
Blei	DIN EN ISO 11885	µg/l	4,3	40	40	80	200
Cadmium	DIN EN ISO 11885	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11885	µg/l	1,9	12,5	12,5	25	60
Kupfer	DIN EN ISO 11885	µg/l	8,1	20	20	60	100
Nickel	DIN EN ISO 11885	µg/l	1,5	15	15	20	70
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	DIN EN ISO 11885	µg/l	30,3	150	150	200	600
Phenolindex	DIN 38409-H16	µg/l	< 20	20	20	40	100

¹⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

²⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Das Material der Probe A20670-1 (Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel) weist im Feststoff und Eluat hinsichtlich der durchgeführten Untersuchungen gemäß LAGA Boden keine erhöhten chemischen Belastungen auf und kann daher in die Einbauklasse Z 0 eingeordnet werden.

**Bestimmung der Hemmwirkung des Eluates der Probe A20670-1
auf die Lichtemission von
Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest)**

Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien

(nach DIN EN ISO 11348-2)

Mittels eines Biotoxizitätstestes (Leuchtbakterientestes) sollte überprüft werden, ob in dem Eluat der Probe A20670-1 (Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel) Stoffe mit toxischer Wirkung enthalten sind.

Je größer die Leuchthemmung (in %) durch eine Probe ist, desto größer ist deren schädigende Wirkung auf die verwendeten Mikroorganismen.

Der G_L -Wert gibt die kleinste Verdünnungsstufe G des Testansatzes an, in der die Lichtemission um weniger als 20 % gehemmt wird.

Versuchsdurchführung:

Es wurde ein Eluat mit einem Wasser-/Feststoffverhältnis von 4:1 hergestellt.

Die Ergebnisse des Leuchtbakterientestes sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Ergebnis Leuchtbakterientest:

	A20670-1, Eluat
Parameter	Bodenprobe, Elmeloher Weg 25b, Schnittstelle Graben Regenwasserkanal, kleiner Gullideckel
G _L -Wert	4

Bewertung:

Bei unbelasteten Wasserproben ist von einem G_L -Wert ≤ 2 auszugehen.

Differenziert nach Art und Empfindlichkeit von 4 standardmäßig eingesetzten Biotestsystemen schlägt die Ad-hoc Arbeitsgruppe "Methoden zur toxikologischen/ökotoxikologischen Bewertung von Böden" Toxizitätsschwellenwerte auf der Basis von G-Werten zwischen 2 und 8 vor (DECHEMA 1995, zitiert in LABO-ALA 2000).

Toxizitätsschwellen für aquatische Testsysteme zur Beurteilung des Pfades 'Boden-Grundwasser' nach DECHEMA 1995 (zitiert in LABO-ALA 2000) sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Untersuchungsparameter	Toxizitätsschwelle	Methode
Leuchtbakterientest <i>Vibrio fischeri</i> (Lumineszenz-Hemmung)	$G_L > 8$	DIN 38412 – Teil 34 und 341
Wachstumtest mit <i>Vibrio fischeri</i> (chronische Toxizität)	$G_{LW} > 2$	DIN 38412 Teil 37 (03/1996)
Daphnientest <i>Daphnia magna</i> (Schwimmfähigkeit)	$G_D > 4$	DIN 38412 Teil 30
Algentest <i>Scenedesmus</i> (Chlorophyll-Fluoreszenz)	$G_A > 4$	DIN 38412 Teil 33

Tab.: Toxizitätsschwellen für aquatische Testsysteme zur Beurteilung des Pfades Boden-Grundwasser (Dechema 1995, zitiert in LABO-ALA 2000); G-Werte: die kleinste Verdünnungsstufe einer 2er-Verdünnungsreihe der Probe, bei der gerade nicht mehr 20 % Effekt (Leuchtbakterien- und Algentest) bzw. 10 % Effekt (Daphnientest) erzielt werden. Der Wachstumstest mit *Vibrio fischeri* ist durchzuführen, wenn im Lumineszenz-Hemmtest G_L -Werte von 3 bis 8 erzielt werden.

Nach dieser Klassifizierung wäre bei dem Eluat der Probe A20670-1 (Wasser-/Feststoff-Verhältnis 4:1, G_L -Wert = 4) die Toxizitätsschwelle $G_L > 8$ unterschritten.

Eine Bewertung könnte auch nach dem BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“, „Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluaten und Porenwässern“ der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz (G3 Biochemie und Ökotoxikologie), Stand: Juli 2020 durchgeführt werden (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Baggergut

Höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	Verdünnungsfaktor	pT_{max} -Wert	Toxizitätsklasse		Ergebnis
Originalprobe	2^0	0	0	Toxizität nicht nachweisbar	Material nicht bzw. unbedenklich belastet
1:2	2^{-1}	1	I	sehr gering toxisch belastet	
1:4	2^{-2}	2	II	gering toxisch belastet	
1:8	2^{-3}	3	III	mäßig toxisch belastet	Material kritisch belastet
1:16	2^{-4}	4	IV	erhöht toxisch belastet	
1:32	2^{-5}	5	V	hoch toxisch belastet	Material gefährlich belastet
$\leq (1:64)$	$\leq 2^{-6}$	≥ 6	VI	sehr hoch toxisch belastet	

pT -Wert: potentia Toxicologiae = toxikologischer Exponent

Nach dieser Klassifizierung wäre das Eluat der Probe A20670-1 (Wasser-/Feststoffverhältnis 4:1) mit einem G_L -Wert von 4 als gering toxisch belastet (Toxizitätsklasse II, unbedenklich belastet) einzustufen.

Chemische Untersuchung Feststoff mit Zuordnungswerten gemäß LAGA-TR Boden 11/04, Tab.II.1.2-2 und Tab. II.1.2-4:

Parameter	Methode	Dimension	Bodenprobe, Eimelohr Weg 29, Grundstück unbebaut	Zuordnungswerte für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen bzw. für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken – Feststoffgehalte im Bodenmaterial gemäß LAGA-TR M 20					
				Z0 (Sand)	Z0 (Lehm/ Schluff)	Z0 (Ton)	Z0 ^{*1)}	Z1	Z2
Trockensubstanz (TS)	DIN EN 12880	Masse %	75,0						
Arsen	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	2,17	10	15	20	15 ²⁾	45	150
Blei	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	27,5	40	70	100	140	210	700
Cadmium	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	0,37	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	9,12	30	60	100	120	180	600
Kupfer	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	37,5	20	40	60	80	120	400
Nickel	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	2,58	15	50	70	100	150	500
Thallium	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	< 0,2	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7
Quecksilber	E DIN ISO 16772	mg/kg TS	< 0,1	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5
Zink	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	72,3	60	150	200	300	450	1500
Cyanide gesamt	DIN ISO 11262	mg/kg TS	< 0,02					3	10
TOC	DIN EN 15936	Masse % TS	< 0,5	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	0,5 (1,0) ⁵⁾	1,5	5
EOX	DIN 38414-S17	mg Cl/kg TS	0,88	1	1	1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe C10-C22	DIN EN 14039	mg/kg TS	2,1	100	100	100	200 (400) ⁷⁾	300 (600) ⁷⁾	1000 (2000) ⁷⁾
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe C10-C40	DIN EN 14039	mg/kg TS	21,7						
Summe BTEX	DIN 38407-F43	mg/kg TS	< 0,1	1	1	1	1	1	1
Summe LHKW	DIN EN ISO 10301-F4	mg/kg TS	< 0,1	1	1	1	1	1	1
Summe PCB	DIN EN 15308	mg/kg TS	< 0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5
Summe PAK nach EPA	DIN ISO 18287	mg/kg TS	0,5	3	3	3	3	3 (9) ⁸⁾	30
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287	mg/kg TS	< 0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

²⁾ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

³⁾ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

⁴⁾ Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

⁵⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

⁶⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

⁷⁾ Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C₁₀ bis C₄₀), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

⁸⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

Chemische Untersuchung Feststoff auf Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):

Methode: Gaschromatographie Massenspektrometrie (GC-MS): DIN ISO 18287

Parameter	Dimension	A20670-2
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut
PAKs		
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,1*
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,1*
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,1*
Fluoren	mg/kg TS	< 0,1*
Phenanthren	mg/kg TS	0,1
Anthracen	mg/kg TS	< 0,1*
Fluoranthren	mg/kg TS	0,2
Pyren	mg/kg TS	0,1
Benz-(a)-anthracen	mg/kg TS	0,1
Chrysen	mg/kg TS	< 0,1*
Benzo-(b)-fluoranthren	mg/kg TS	< 0,1*
Benzo-(k)-fluoranthren	mg/kg TS	< 0,1*
Benzo-(a)-pyren	mg/kg TS	< 0,1*
Indeno-(1,2,3-cd)-pyren	mg/kg TS	< 0,1*
Dibenz-(a,h)-anthracen	mg/kg TS	< 0,1*
Benzo-(ghi)-perylene	mg/kg TS	< 0,1*
	-----	-----
Summe PAK nach EPA (berechnet)	mg/kg TS	0,5

* in Spuren nachweisbar, aber kleiner als 0,1 mg/kg TS

Chemische Untersuchung Feststoff auf Polychlorierte Biphenyle (PCB):

Methode: Gaschromatographie Massenspektrometrie (GC-MS): DIN EN 15308

Parameter	Dimension	A20670-2
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut
PCBs		
PCB # 28	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 52	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 101	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 138	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 153	mg/kg TS	< 0,05
PCB # 180	mg/kg TS	< 0,05
	-----	-----
Summe PCB (berechnet)	mg/kg TS	---

* in Spuren nachweisbar, aber kleiner als 0,05 mg/kg TS

Parameter	Dimension	A20670-2
		Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut
Weitere Auffälligkeiten:		
Flammschutzmittel		
Tris-(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)	mg/kg TS	< 0,1
Tris-(2-chlorisopropyl)-phosphat (TCPP)	mg/kg TS	< 0,1
Pestizide (Holzschutzmittel)		
Summe (DDT/DDE/DDD)	mg/kg TS	< 0,1

Chemische Untersuchung Eluat mit Zuordnungswerten gemäß LAGA-TR Boden 11/04, Tab. II.1.2-3 und Tab. II.1.2-5:

Parameter	Methode	Dimension	Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut	Zuordnungswerte für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen bzw. für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken - Eluatkonzentrationen im Bodenmaterial gemäß LAGA-TR Boden			
				Z0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	DIN EN ISO 10523		6,53	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	µS/cm	35	250	250	1500	2000
Chlorid	DIN 38405-D1	mg/l	6	30	30	50	100 ¹⁾
Sulfat	DIN 38405-D5	mg/l	< 20	20	20	50	200
Cyanide gesamt	DIN 38405-D13	µg/l	< 5	5	5	10	20
Arsen	DIN EN ISO 11885	µg/l	< 1	14	14	20	60 ²⁾
Blei	DIN EN ISO 11885	µg/l	3,0	40	40	80	200
Cadmium	DIN EN ISO 11885	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11885	µg/l	1,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	DIN EN ISO 11885	µg/l	18,6	20	20	60	100
Nickel	DIN EN ISO 11885	µg/l	1,7	15	15	20	70
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	DIN EN ISO 11885	µg/l	25,0	150	150	200	600
Phenolindex	DIN 38409-H16	µg/l	< 20	20	20	40	100

¹⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

²⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Das Material der Probe A20670-2 (Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut) weist im Feststoff und Eluat hinsichtlich der durchgeführten Untersuchungen gemäß LAGA Boden keine erhöhten chemischen Belastungen auf und kann daher in die Einbauklasse Z 0 eingeordnet werden.

**Bestimmung der Hemmwirkung des Eluates der Probe A20670-2
auf die Lichtemission von
Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest)**

Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien

(nach DIN EN ISO 11348-2)

Mittels eines Biotoxizitätstestes (Leuchtbakterientestes) sollte überprüft werden, ob in dem Eluat der Probe A20670-2 (Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut) Stoffe mit toxischer Wirkung enthalten sind.

Je größer die Leuchthemmung (in %) durch eine Probe ist, desto größer ist deren schädigende Wirkung auf die verwendeten Mikroorganismen.

Der G_L -Wert gibt die kleinste Verdünnungsstufe G des Testansatzes an, in der die Lichtemission um weniger als 20 % gehemmt wird.

Versuchsdurchführung:

Es wurde ein Eluat mit einem Wasser-/Feststoffverhältnis von 4:1 hergestellt.

Die Ergebnisse des Leuchtbakterientestes sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Ergebnis Leuchtbakterientest:

Parameter	A20670-2, Eluat
	Bodenprobe, Elmeloher Weg 29, Grundstück unbebaut
G_L -Wert	2

Bewertung:

Bei unbelasteten Wasserproben ist von einem G_L -Wert ≤ 2 auszugehen.

Differenziert nach Art und Empfindlichkeit von 4 standardmäßig eingesetzten Biotestsystemen schlägt die Ad-hoc Arbeitsgruppe "Methoden zur toxikologischen/ökotoxikologischen Bewertung von Böden" Toxizitätsschwellenwerte auf der Basis von G-Werten zwischen 2 und 8 vor (DECHEMA 1995, zitiert in LABO-ALA 2000).

Toxizitätsschwellen für aquatische Testsysteme zur Beurteilung des Pfades 'Boden-Grundwasser' nach DECHEMA 1995 (zitiert in LABO-ALA 2000) sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Untersuchungsparameter	Toxizitätsschwelle	Methode
Leuchtbakterientest <i>Vibrio fischeri</i> (Lumineszenz-Hemmung)	$G_L > 8$	DIN 38412 – Teil 34 und 341
Wachstumstest mit <i>Vibrio fischeri</i> (chronische Toxizität)	$G_{LW} > 2$	DIN 38412 Teil 37 (03/1996)
Daphnientest <i>Daphnia magna</i> (Schwimmfähigkeit)	$G_D > 4$	DIN 38412 Teil 30
Algentest <i>Scenedesmus</i> (Chlorophyll-Fluoreszenz)	$G_A > 4$	DIN 38412 Teil 33

Tab.: Toxizitätsschwellen für aquatische Testsysteme zur Beurteilung des Pfades Boden-Grundwasser (Dechema 1995, zitiert in LABO-ALA 2000); G-Werte: die kleinste Verdünnungsstufe einer 2er-Verdünnungsreihe der Probe, bei der gerade nicht mehr 20 % Effekt (Leuchtbakterien- und Algentest) bzw. 10 % Effekt (Daphnientest) erzielt werden. Der Wachstumstest mit *Vibrio fischeri* ist durchzuführen, wenn im Lumineszenz-Hemmtest G_L -Werte von 3 bis 8 erzielt werden.

Nach dieser Klassifizierung wäre bei dem Eluat der Probe A20670-2 (Wasser-/Feststoff-Verhältnis 4:1, G_L -Wert = 2) die Toxizitätsschwelle $G_L > 8$ unterschritten.

Eine Bewertung könnte auch nach dem BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“, „Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluaten und Porenwässern“ der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz (G3 Biochemie und Ökotoxikologie), Stand: Juli 2020 durchgeführt werden (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Baggergut

Höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	Verdünnungsfaktor	pT_{max} -Wert	Toxizitätsklasse		Ergebnis
Originalprobe	2^0	0	0	Toxizität nicht nachweisbar	Material nicht bzw. unbedenklich belastet
1:2	2^{-1}	1	I	sehr gering toxisch belastet	
1:4	2^{-2}	2	II	gering toxisch belastet	
1:8	2^{-3}	3	III	mäßig toxisch belastet	Material kritisch belastet
1:16	2^{-4}	4	IV	erhöht toxisch belastet	
1:32	2^{-5}	5	V	hoch toxisch belastet	Material gefährlich belastet
$\leq (1:64)$	$\leq 2^{-6}$	≥ 6	VI	sehr hoch toxisch belastet	

pT -Wert: potentia Toxicologiae = toxikologischer Exponent

Nach dieser Klassifizierung wäre das Eluat der Probe A20670-2 (Wasser-/Feststoffverhältnis 4:1) mit einem G_L -Wert von 2 als sehr gering toxisch belastet (Toxizitätsklasse I, unbedenklich belastet) einzustufen.

Ergebnistabelle der chemische Untersuchung der Wasserprobe A20670-3 auf Mineralöl-Kohlenwasserstoffe:

Parameter	Methode	Dimension	A20670- 3
			Wasserprobe aus Welse (gegenüber der Ölsperre aus Einbuchtung)
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001-07	mg/l	< 0,1

Bestimmung der Hemmwirkung der Wasserprobe A20670-3 auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest)

Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien

(nach DIN EN ISO 11348-2)

Mittels eines Biotoxizitätstestes (Leuchtbakterientestes) sollte überprüft werden, ob in der Wasserprobe A20670-3 („Wasserprobe aus Welse, gegenüber der Ölsperre aus Einbuchtung“) Stoffe mit toxischer Wirkung enthalten sind.

Je größer die Leuchthemmung (in %) durch eine Probe ist, desto größer ist deren schädigende Wirkung auf die verwendeten Mikroorganismen.

Der G_L -Wert gibt die kleinste Verdünnungsstufe G des Testansatzes an, in der die Lichtemission um weniger als 20 % gehemmt wird.

Die Ergebnisse des Leuchtbakterientestes sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Ergebnistabelle Leuchtbakterientest:

Parameter	A20670-3
	Wasserprobe aus Welse (gegenüber der Ölsperre aus Einbuchtung)
G_L -Wert	2

Bewertung:

Bei unbelasteten Wasserproben ist von einem G_L -Wert ≤ 2 auszugehen.

Somit ist die Probe A20670-3 („Wasserprobe aus Welse, gegenüber der Ölsperre aus Einbuchtung“) mit einem G_L -Wert von 2 als unbelastet einzustufen.

**Bestimmung der Hemmwirkung der Wasserprobe A20670-4
auf die Lichtemission von
Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest)**

Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien

(nach DIN EN ISO 11348-2)

Mittels eines Biotoxizitätstestes (Leuchtbakterientestes) sollte überprüft werden, ob in der Wasserprobe A20670-4 („Wasserprobe aus Welse, aus Ölsperre“) Stoffe mit toxischer Wirkung enthalten sind.

Je größer die Leuchthemmung (in %) durch eine Probe ist, desto größer ist deren schädigende Wirkung auf die verwendeten Mikroorganismen.

Der G_L -Wert gibt die kleinste Verdünnungsstufe G des Testansatzes an, in der die Lichtemission um weniger als 20 % gehemmt wird.

Die Ergebnisse des Leuchtbakterientestes sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Ergebnistabelle Leuchtbakterientest:

	A20670-4
Parameter	Wasserprobe aus Welse (aus Ölsperre)
G_L -Wert	2

Bewertung:

Bei unbelasteten Wasserproben ist von einem G_L -Wert ≤ 2 auszugehen.

Somit ist die Probe A20670-4 („Wasserprobe aus Welse, aus Ölsperre“) mit einem G_L -Wert von 2 als unbelastet einzustufen.

Ergebnistabelle der chemische Untersuchung der Wasserprobe A20670-4:

Parameter	Methode	Dimension	A20670-4
			Wasserprobe aus Welse (aus Ölsperre)
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001-07	mg/l	0,83
Anionische oberflächenaktive Stoffe	DIN EN 903:1994-01	mg/l	1,38
Kationische (disulfidblauaktive) Substanzen	DIN 38409-H20:1989-07	mg/l	0,20
Nichtionische (bismutaktive) Substanzen	DIN 38409-H23:2010-12	mg/l	0,39

Von der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) wurden Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser abgeleitet (aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016).

Der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) für Mineralöl-Kohlenwasserstoffe zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserveränderungen beträgt 100 µg/l (0,10 mg/l).

In der Probe A20670-4 wurde ein Gehalt an Mineralöl-Kohlenwasserstoffen von 0,83 mg/l bzw. 830 µg/l nachgewiesen. Damit wird der entsprechende Geringfügigkeitsschwellenwert von 100 µg/l deutlich überschritten.

Methoden der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung von Materialproben auf Asbest und Künstliche Mineralfasern (KMF)

Für jede Probe wird das Aufbereitungsverfahren separat festgelegt, um für die jeweiligen Materialeigenschaften eine möglichst geringe Nachweisgrenze zu erreichen. Proben, bei denen die Fasern in eine organische, silikatische oder calcitische Matrix eingebettet sind (bspw. Bitumenmasse, Spachtel o.ä.), werden zusätzlich heißverascht und mit Säure (HCl) behandelt, um die Matrix zu entfernen bzw. deutlich zu reduzieren. Mit dieser zusätzlichen Behandlung kann die Nachweisgrenze, in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial, z.T. auf unter 0,01% reduziert werden. Das heißt, in Abhängigkeit vom reduzierbaren Matrixanteil an der Gesamtmasse der Probe, führt dieses Verfahren zu einer Anreicherung des evtl. vorhandenen Asbestfaser- bzw. KMF-Anteils.

Für die Untersuchung im Rasterelektronenmikroskop (REM) wird die Probe nach einer Aufbereitung auf einen REM-Stempel mit Kohlenstoffkleber präpariert und anschließend mit einer dünnen Goldschicht bedampft, um sie elektrisch leitend zu machen. Im REM werden die Proben bei 50 bis 500facher Vergrößerung auf Fasern untersucht. Dabei werden verdächtige Fasern auf Grundlage der morphologischen Eigenschaften und mittels EDX-Messung (charakteristische Röntgenspektren) aufgrund ihrer Elementzusammensetzung identifiziert und klassifiziert.

Im Bereich der Nachweisgrenze (0,01-1%) ist eine Massenabschätzung nicht mehr sicher möglich. Gehaltsbestimmungen erfordern daher die Anwendung eines quantitativen Verfahrens (bspw. BIA 7487)

Verwendete Geräte:

Rasterelektronenmikroskop: Zeiss EVO 10 MA mit EDX-Analysator Oxford INCA Xact.

Einteilung Massengehaltsklassen gem. VDI 3866 Blatt 5:2017:06 Abschn. 6.4.2

- **Asbest nicht nachgewiesen**
nach Absuchen der Präparation wurden keine Faserereignisse nachgewiesen.
- **Spuren von Asbest festgestellt**
Beim intensiven Absuchen der Präparation wurden sehr vereinzelt Faserereignisse (Einzelfasern oder einzelne Faserbündel) gefunden. Es kann sich hier durchaus um produktions- oder nutzungsbedingte Verunreinigungen der untersuchten Materialien handeln oder um geringe Faseranteile bei Zuschlagstoffen der untersuchten Materialien.
- **Asbestmassenanteil etwa 1 % bis 5 %**

Es wurden mehrere, regelmäßig auftretende, auch größere Faserereignisse (Einzelfasern und/oder Faserbündel/Cluster/Matrix) in deutlicher Anzahl gefunden.

- **Asbestmassenanteil etwa 5 % bis 20 %**
Es wurden mehrere, regelmäßig auftretende, auch größere Faserereignisse (Einzelfasern und/oder Faserbündel/Cluster/Matrix) in deutlicher bis erheblicher Anzahl gefunden.
- **Asbestmassenanteil etwa 20 % bis 50 %**
Es wurden regelmäßig größere Faserereignisse (Einzelfasern und/oder Faserbündel/ Cluster/Matrix) in erheblicher Anzahl gefunden.
- **Asbestmassenanteil über 50%**
Es wurden auf jedem Bildfeld mehrere Faserereignisse (Einzelfasern, Faserbündel, Cluster, Matrix) gefunden, teilweise auch bildfüllend.

Ergebnistabelle für Asbest und Künstliche Mineralfasern (KMF):

Methode: Rasterelektronenmikroskop (REM), VDI 3866 Bl. 5

Präparation: Direktpräparation

	A20670-5
Parameter	Probe 0 Ascheflusen Grundstück von Frau Frenkel Elmeloher Weg 41
Asbest	Nicht nachgewiesen
KMF(Künstliche Mineralfasern)	Nicht nachgewiesen

Nachweisgrenze 1%

Unterschrift und Stempel



Dipl.-Ing. Gary Zörner