

FÜLLING

Beratende Geologen GmbH

seit
1970

FÜLLING Beratende Geologen GmbH · Reinshagenstraße 1 · 42369 Wuppertal

ORLEN Deutschland GmbH

Kurt-Wagener-Str. 7

25337 Elmshorn

BÜRO FÜR
UNWELTGEOLOGIE

Reinshagenstraße 1
42369 Wuppertal

Postfach 21 01 02
42351 Wuppertal

Tel: +49 202 / 49 59 42-0

Fax: +49 202 / 49 59 42-80

www.geologen.de

fuelling@geologen.de

Datum: 16.06.2025
Projekt-Nr.: 2025-0111
Gutachter: Blümchen
Projekt-Grassmeier/
bearbeiter: Grull

per E-Mail: nils.walther@orlen-deutschland.de

Stilllegung/Teilrückbau star-Tankstelle,
Schützenstraße 5, 48329 Havixbeck

Orientierende Altlastenuntersuchungen

UNTERSUCHUNGSBERICHT

Verteiler: ORLEN Deutschland GmbH, Elmshorn, per E-Mail

Geschäftsführung:

Staatl. gepr. Betriebswirtin Patrycja Düring

Kauffrau Beate Talik

Dipl.-Geol. Lars Blümchen

Dipl.-Geol. Klaus Fischer

Sitz Wuppertal

Amtsgericht Wuppertal

HRB Nr. 9660

USt.-Id Nr.: DE 198875655

Steuernummer: 131/5910/2816

Commerzbank Wuppertal

IBAN: DE 85 3304 0001 0290 1080 00

BIC: COBADEFF330



INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. <u>Veranlassung/Allgemeines</u>	6
2. <u>Bodenaufbau</u>	7
3. <u>Grundwasser</u>	8
4. <u>Boden- und Bodenluftuntersuchungen</u>	9
4.1 Bewertungsgrundlage	10
4.2 Bodenluftuntersuchungen	11
4.3 Bodenuntersuchungen	12
5. <u>Bewertung/Weitere Maßnahmen</u>	14

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1.1: Lageplan (M 1 : 200)

Anlage 1.2: Bodenprofile (M 1 : 50/50)

Anlage 2: Analysenbericht

Anlage 2.013: Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden, hrsg. von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Vorsitz des Umweltministeriums Baden-Württemberg, 1994

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AKW	Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
CSM	Conceptual Site Model (Konzeptionelles Standortmodell)
d	Tag (day)
DIC	gelöster anorganischer Kohlenstoff (dissolved inorganic carbon)
DNAPL	Schwerphase (dense non aqueous phase liquid)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff (dissolved organic carbon)
EN	Europäische Norm
ENA	Enhanced natural attenuation
EPA	Environmental Protection Agency (US-Umweltschutzbehörde)
ETBE	Ethyl-tert-butylether
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
F	Film
g	Gramm
G	Geruch
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GOF	Geländeoberfläche
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
ha	Hektar
ISO	International Organisation for Standardisation
Jhd.	Jahrhundert
l	Liter
KW	Kohlenwasserstoffe
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHKW	leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LNAPL	Leichtphase (light non aqueous phase liquid)
m	Meter
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
mNHN	Meter über Normal Null
MNA	Monitored Natural Attenuation (dt. überwachte natürliche Schadstoff-minderung)
mg	Milligramm
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MSW	Maßnahmenschwellenwert
MTBE	Methyl-tert-butylether
µg	Mikrogramm
n. b.	nicht berechenbar
n. z.	nicht zugänglich
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PAK 15	PAK n. EPA ohne Naphthalin

PFAS Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen

POK Pegeloberkante

Sch Schlieren

TMB Trimethylbenzol

UTM Universal Transverse Mercator

- nicht nachweisbar bei Einzelparametern und nicht berechenbar bei
Summenparametern

1. Veranlassung/Allgemeines

Die ORLEN Deutschland GmbH, Elmshorn (ORLEN), hat den Betrieb der star-Tankstelle auf dem Grundstück Schützenstraße 5 in Havixbeck eingestellt und die tanktechnischen Anlagen stillgelegt (Erdtanks und Produktleitungen) sowie die Zapfsäulen zurückgebaut. Der Bereich der ehem. Tankstelle wurde an den Grundstückseigentümer, zur weiteren Nutzung, übergeben.

Zur Überprüfung, ob durch den bisherigen Betrieb der Tankstelle durch die ORLEN Verunreinigungen des Bodens oder der Bodenluft eingetreten sind, wurden die Unterzeichner am 28.02.2025 von der ORLEN Deutschland GmbH beauftragt, entsprechende Altlastenuntersuchungen durchzuführen.

Als Grundlage für die Festlegung der Bohrstellen diente ein Lageplan der den Unterzeichnern von Herrn Walther, ORLEN, zur Verfügung gestellt wurde. Die Bohrstellen wurden vor Ort anhand der Lage der tanktechnischen Anlagen, für die ORLEN zuständig war, festgelegt.

Am 20.05.2025, bei Beginn der Arbeiten zur Stilllegung der Tankstelle, wurden von den Unterzeichnern insgesamt fünf Sondierungen an den tanktechnischen Anlagen gebohrt und eine Vielzahl von Einzelbodenproben entnommen, von denen stichpunktartig einzelne auf Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) untersucht wurden, um zu prüfen, ob Verunreinigungen durch Öle vorhanden sind.

Zur Überprüfung, ob Verunreinigungen der Bodenluft durch leichtflüchtige Benzine oder Lösemittel vorliegen, wurden aus allen Sondierungen Bodenluftproben entnommen und die Gehalte an leichtflüchtigen BTEX-Aromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzole und Xylole) bestimmt. Die Bodenluft aus zwei Sondierungen wurde auch auf leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) untersucht.

Über die Ergebnisse der Boden- und Bodenluftuntersuchungen wird im Folgenden berichtet.

2. Bodenaufbau

Auf dem o. g. Grundstück wurden am 20.05.2025 von den Unterzeichnern die fünf Sondierungen So 1 – So 5 bis max. 3 m unter Gelände gebohrt.

Die Sondieransatzpunkte wurden lagemäßig eingemessen. Da keine Bezugshöhe bekannt war und das Grundstück eben ist, wurden die Ansatzstellen der Sondierungen jeweils mit der relativen Höhe von $\pm 0,00$ m angesetzt (s. Anl. 1.2).

Das gesamte Grundstück ist durch die vorhandene Bebauung und die Oberflächenbefestigungen aus Pflaster und Beton versiegelt.

In den Sondierungen So 1 - So 5 zeigte sich folgender genereller Bodenaufbau:

Unterhalb der Oberflächenbefestigungen folgt bis 0,30 – 0,65 m Tiefe eine Tragschicht bzw. lokal Magerbeton. Darunter folgt in den Sondierungen bis max. 2,4 m Tiefe eine **Anschüttung** aus schwach bis stark feinsandigem, lokal kiesigem Mittelsand, mittelsandigem, schwach schluffigem, schwach steinigem Feinsand und steinigem Sand, die etwas Betonbruch enthält.

Unter der Anschüttung folgen bis zur Endtiefe der Sondierungen von max. 3 m **quartäre Sande** aus feinsandigem Mittelsand und schluffigem Feinsand, die lokal schwach humos sind.

Einzelheiten zum Bodenaufbau sind den Bodenprofilen der Anlage 1.2 zu entnehmen.

3. Grundwasser

Während der Bohrarbeiten am 20.05.2025 wurden in den Sondierungen So 1 und So 4 ab ca. 1,4 m bzw. 1,7 m Tiefe, bis zur maximalen Bohrtiefe von 3,0 m, Vernässungen des Bodens festgestellt (s. Anl. 1.2).

Nach dem Sondieren konnten in keiner der Sondierungen Wasserstände gemessen werden.

Bei den Vernässungen in den Sondierungen So 1 und So 4 handelt es sich um lokale Stau- bzw. Sickerwasserhorizonte.

Grundwasser wurde damit bei den Sondierarbeiten am 20.05.2025 nicht angetroffen.

Das Grundwasser steht hier wahrscheinlich erst in größerer Tiefe an. Genauere Aussagen zur Tiefenlage und Fließrichtung des Grundwassers können nicht gemacht werden. Dies ist für die Beurteilung auch nicht erforderlich.

Großräumig dürfte das Grundwasser ungefähr in südöstliche Richtung auf den ca. 400 m entfernten Schlautbach zufließen, der in die Münstersche Aa mündet.

4. Boden- und Bodenluftuntersuchungen

Zur Feststellung, ob durch den Betrieb der Tankstelle Verunreinigungen des Bodens oder der Bodenluft eingetreten sind, wurden am 20.05.2025 die fünf Sondierungen So 1 - So 5 erstellt.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen wurden entsprechend dem zur Verfügung gestellten Lageplan und den örtlichen Gegebenheiten festgelegt (s. dazu Kap. 1):

- eine Sondierung im Bereich des Fernfüllschachts (So 1)
- zwei Sondierungen (So 2 und So 5) an den Abscheideranlagen
- zwei Sondierungen (So 3 und So 4) an den Zapfsäulen

Die Auswahl der Einzelbodenproben für die Bestimmung der Gehalte an Kohlenwasserstoffen (MKW) erfolgte, da keine organoleptischen Auffälligkeiten vorhanden sind, an der Sohle der Anschüttung bzw. in einer Tiefe, in der sich häufig Schadstoffe sammeln.

Zur Untersuchung der Bodenluft auf leichtflüchtige Inhaltsstoffe (Lösungsmittel und Benzine) wurde zunächst die Luft in den Bohrlöchern durch Absaugen und Heranziehen der umgebenden Bodenluft ausgetauscht (mehrfaches Volumen des Bohrlochs). Anschließend wurde eine definierte Luftmenge (2 Liter) aus dem Bohrloch über Aktivkohle gepumpt, in der dann potenzielle Schadstoffe zurückgehalten und angereichert werden.

Die Einzelbodenproben für die Bestimmung der Gehalte an Kohlenwasserstoffen (MKW) wurden in ca. 0,3 m langen Probenahmestrecken direkt aus dem Hohlgestänge des Sondiergeräts entnommen und in luftdichte Schraubdeckelgläser gefüllt.

Die entnommenen Boden- und Bodenluftproben wurden nach DIN EN ISO/IEC 17025 vom zertifizierten Labor SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, mit folgenden Analysemethoden untersucht:

Tabelle 1: Tabelle der Analysemethoden

Untersuchungsparameter	Boden	Bodenluft
leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)		VDI 3865
leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)		VDI 3865
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW/KW-Index (H 53))	DIN EN 14039	

4.1 Bewertungsgrundlage

Als Bewertungsgrundlagen wurden die Laborergebnisse der Boden- und Bodenluftproben den **Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten** der LAWA-Empfehlungen gegenübergestellt (s. Anl. 2.013).

Bei den Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten handelt es sich ausschließlich um Orientierungswerte. Sie werden wie folgt definiert:

- Prüfwerte sind Werte, bei deren Unterschreitung der Gefahrenverdacht in der Regel als ausgeräumt gilt. Bei Überschreitung ist eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten (z. B. Hauptuntersuchung).
- Maßnahmenschwellenwerte sind Werte, deren Überschreitung in der Regel weitere Maßnahmen, z. B. eine Sicherung oder eine Sanierung, auslösen.

4.2 Bodenluftuntersuchungen

Aus den Sondierungen So 1 – So 5 wurden Bodenluftproben entnommen und darin die Gehalte an BTEX-Aromaten untersucht. Die Bodenluft aus den Sondierungen So 2 und So 5, an den Abscheideranlagen, wurde zusätzlich auf LHKW untersucht.

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen sind auf dem Lageplan und in den Bodenprofilen der Anlagen 1.1 und 1.2 und in der Tabelle 2 dargestellt. Der Analysenbericht ist als Anlage 2 beigelegt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen

Unter- suchungs- bereich	Sondier- ansatz- punkt	organo- leptische Auffälligkeiten	Entnahmetiefe	LHKW [mg/m³]	BTEX [mg/m³]
Fernfüllschacht	So 1	ohne	0,0 – 1,0 m		-
Abscheider Waschanlage	So 2	ohne	0,0 – 1,0 m	-	4,1
Zapfinseln	So 3	ohne	0,0 – 1,0 m		1,9
	So 4	ohne	0,0 – 1,0 m		0,55
Abscheider	So 5	ohne	0,0 – 1,0 m	-	-
Orientierungswerte (LAWA 1994) für Bodenluft			Prüfwert	5 – 10	3 – 10
			Maßnahmenswellenwert	50	50

- = nicht nachweisbar

Die BTEX-Gehalte in der Bodenluft aus den Sondierungen So 2 - So 4 liegen zwischen 0,55 und 4,1 mg/m³. Sie liegen unterhalb der Prüfwertspanne der LAWA-Empfehlungen von 1994 für BTEX von 5 – 10 mg/m³. In der Bodenluft aus So 1 und So 5 wurden keine BTEX nachgewiesen. (s. Tabelle 2, Anl. 1.1, 1.2 und 2).

LHKW waren in den Bodenluftproben aus So 2 und So 5 nicht nachweisbar (s. Tabelle 2, Anl. 1.1, 1.2 und 2).

Nennenswerte bzw. umweltrelevante Verunreinigungen der Bodenluft durch leichtflüchtige Schadstoffe (BTEX bzw. LHKW) wurden an den untersuchten Stellen nicht festgestellt.

4.3 Bodenuntersuchungen

Zur Überprüfung, ob auf dem Grundstück Verunreinigungen des Bodens durch abgesickertes Benzin oder Öl vorliegen, wurden in ausgewählten Einzelbodenproben die Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen (nach DIN H 53) untersucht.

Optisch und geruchlich waren im Boden aus den Sondierungen So 1 - So 5, außer den Fremdbestandteilen in der Anschüttung, keine erkennbaren Verunreinigungen vorhanden (s. Anl. 1.2).

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind an den Bodenprofilen der Anlage 1.2 eingetragen und in der Tabelle 3 zusammengefasst. Der Analysenbericht ist als Anlage 2 beigelegt.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Analysenergebnisse (Einzelbodenproben)

Unter- suchungs- bereich	Sondier- ansatz- punkt	organo- leptische Auffälligkeiten	Proben- bezeich- nung	Entnahmetiefe	MKW [mg/kg]
Fernfüllschacht	So 1	ohne	So 1/2	0,6 – 0,8 m	71
Abscheider Waschanlage	So 2	ohne	So 2/4	2,1 – 2,4 m	71
Zapfinseln	So 3	ohne	So 3/3	1,4 – 1,7 m	180
	So 4	ohne	So 4/4	1,4 – 1,7 m	-
Abscheider	So 5	ohne	So 5/6	1,8 – 2,0 m	-
Prüfwert LAWA (1994)					300 - 1.000
Maßnahmenswellenwert LAWA (1994)					1.000 - 5.000

- = nicht nachweisbar

In den Bodenproben **So 1/2**, **So 2/4** und **So 3/3** lagen die MKW-Gehalte zwischen 71 und 180 mg/kg und damit unterhalb der Prüfwertspanne der LAWA- Empfehlungen (1994) für MKW von 300 – 1.000 mg/kg. In den Proben **So 4/4** und **So 5/6** waren keine MKW nachweisbar (s. Tabelle 3, Anl. 1.2 und 2).

Umweltrelevante Verunreinigungen des Bodens durch MKW liegen damit an den untersuchten Stellen nicht vor.

5. Bewertung/Weitere Maßnahmen

Die ORLEN Deutschland GmbH, Elmshorn (ORLEN), hat den Betrieb der star-Tankstelle auf dem Grundstück Schützenstraße 5 in Havixbeck eingestellt und die Zapfsäulen zurückgebaut. Der Bereich der ehem. Tankstelle wurde an den Eigentümer, zur weiteren Nutzung, übergeben.

Zur Überprüfung, ob durch die bisherige Nutzung des Grundstücks als Tankstelle Verunreinigungen eingetreten sind, wurden am 20.05.2025 fünf Sondierungen gebohrt und daraus Boden- und Bodenluftproben untersucht.

Die MKW-Gehalte der untersuchten Einzelbodenproben und die BTEX-Gehalte den Bodenluftproben liegen jeweils unterhalb der Prüfwertspannen der LAWA-Empfehlungen von 1994 (s. Kap. 4.2 und 4.3).

LHKW konnten in den untersuchten Bodenluftproben nicht nachgewiesen werden.

Umweltrelevante Verunreinigungen des Bodens oder der Bodenluft durch MKW, BTEX-Aromaten oder LHKW wurden an den Untersuchungsstellen nicht festgestellt (s. Kap. 4.2 und 4.3).

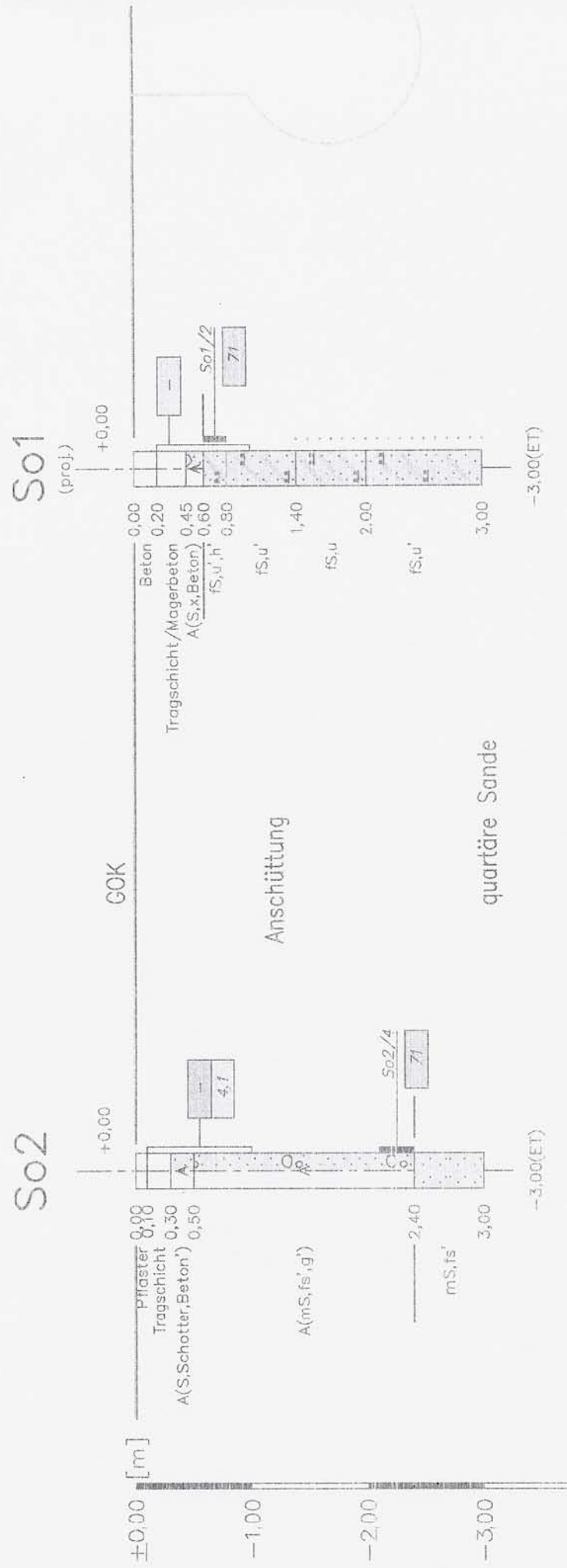
Durch den bisherigen Betrieb der Tankstelle sind keine nennenswerten Verunreinigungen eingetreten. Die festgestellten geringen Belastungen der Bodenluft oder des Bodens stellen keine Gefährdung für die Umwelt oder das Grundwasser dar.

Weitere Untersuchungen oder Maßnahmen sind daher nicht erforderlich.


FÜLLING Beratende Geologen GmbH
Büro für Umweltgeologie

Fernfüllschacht
(proj.)

Fernfüllschacht
(proj.)



Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: SEWA Laborbetriebsgesellschaft m.b.H.
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201)847363-0 Fax (0201)847363-332

Berichtsnummer: AU90698

Berichtsdatum: 10.06.2025

Projekt: star-Tankstelle, Schützenstr. 5, Havixbeck (2025-0111)

Auftraggeber: Füllung Beratende Geologen GmbH
Reinshagenstraße 1
42369 Wuppertal

Auftrag: 22.05.2025

Probeneingang: 22.05.2025

Untersuchungszeitraum: 22.05.2025 — 10.06.2025

Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter

Untersuchungsgegenstand: 5 Feststoffproben
5 Bodenluft-/Raumluftproben

Andreas Görner

Laborleiter

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.
Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme			
90698 - 1	So 1/2	0,6 - 0,8 m				
90698 - 2	So 2/4	2,1 - 2,4 m				
90698 - 3	So 3/3	1,4 - 1,7 m				
90698 - 4	So 4/4	1,4 - 1,7 m				
	90698 - 1	90698 - 2	90698 - 3	90698 - 4		

• Untersuchungen im Feststoff

KW-Index

KW-Index	mg/kg	71	71	180	<50
C10-C22	mg/kg	52	<50	130	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<50	<50

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme			
90698 - 5	So 5/6	1,8 - 2,0 m				
90698 - 6	BLS01					
90698 - 7	BLS02					
90698 - 8	BLS03					
			90698 - 5	90698 - 6	90698 - 7	90698 - 8

• Untersuchungen im Feststoff

KW-Index

KW-Index	mg/kg	<50
C10-C22	mg/kg	<50
C22-C40	mg/kg	<50

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme			
90698 - 5	So 5/6	1,8 - 2,0 m				
90698 - 6	BLS01					
90698 - 7	BLS02					
90698 - 8	BLS03					
			90698 - 5	90698 - 6	90698 - 7	90698 - 8

• Untersuchungen in der Boden-/Raumluft

LHKW

Dichlormethan	mg/m ³		<0,10	
trans-1,2-Dichlorethen	mg/m ³		<0,10	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/m ³		<0,10	
Trichlormethan	mg/m ³		<0,10	
1,1,1-Trichlorethan	mg/m ³		<0,10	
Tetrachlormethan	mg/m ³		<0,10	
Trichlorethen	mg/m ³		<0,10	
1,1,2-Trichlorethan	mg/m ³		<0,10	
Tetrachlorethen	mg/m ³		<0,10	
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/m ³		<0,10	
Chlorbenzol	mg/m ³		<0,10	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	mg/m ³		<0,10	
Hexachlorethan	mg/m ³		<0,10	
Hexachlorbutadien	mg/m ³		<0,10	
Summe LHKW	mg/m ³		n. berechenbar	

BTEX

Benzol	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
Toluol	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
Ethylbenzol	mg/m ³	<0,10	0,85	0,49
m/p-Xylol	mg/m ³	<0,10	2,5	1,1
Styrol	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
o-Xylol	mg/m ³	<0,10	0,71	0,34
Isopropylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10	0,15
Propylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10	0,36
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10	0,45
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/m ³	<0,10	0,10	0,94
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10	0,18
Indan	mg/m ³	<0,10	<0,10	0,16
Inden	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
1,2,3,4-Tetralin	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
Naphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
1-Methylnaphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10	<0,10
Summe BTEX	mg/m ³	n. berechenbar	4,1	1,9
Summe Aromaten	mg/m ³	n. berechenbar	4,2	4,2

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
90698 - 9	BLS04	
90698 - 10	BLS05	

90698 - 9

90698 - 10

• Untersuchungen in der Boden-/Raumluft

LHKW

Dichlormethan	mg/m ³	<0,10	
trans-1,2-Dichlorethen	mg/m ³	<0,10	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/m ³	<0,10	
Trichlormethan	mg/m ³	<0,10	
1,1,1-Trichlorethan	mg/m ³	<0,10	
Tetrachlormethan	mg/m ³	<0,10	
Trichlorethen	mg/m ³	<0,10	
1,1,2-Trichlorethan	mg/m ³	<0,10	
Tetrachlorethen	mg/m ³	<0,10	
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/m ³	<0,10	
Chlorbenzol	mg/m ³	<0,10	
1,1,2,2-Tetrachlorethan	mg/m ³	<0,10	
Hexachlorethan	mg/m ³	<0,10	
Hexachlorbutadien	mg/m ³	<0,10	
Summe LHKW	mg/m ³	n. berechenbar	

BTEX

Benzol	mg/m ³	<0,10	<0,10
Toluol	mg/m ³	<0,10	<0,10
Ethylbenzol	mg/m ³	0,16	<0,10
m/p-Xylol	mg/m ³	0,28	<0,10
Styrol	mg/m ³	<0,10	<0,10
o-Xylol	mg/m ³	0,11	<0,10
Isopropylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10
Propylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/m ³	0,13	<0,10
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/m ³	0,28	<0,10
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/m ³	<0,10	<0,10
Indan	mg/m ³	<0,10	<0,10
Inden	mg/m ³	<0,10	<0,10
1,2,3,4-Tetralin	mg/m ³	<0,10	<0,10
Naphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10
1-Methylnaphthalin	mg/m ³	<0,10	<0,10
Summe BTEX	mg/m ³	0,55	n. berechenbar
Summe Aromaten	mg/m ³	0,96	n. berechenbar

- Untersuchungen im Feststoff

KW-Index DIN EN 14039 (2005-01) i.V. LAGA KW/04 (2019-09)

- Untersuchungen in der Boden-/Raumluft

LHKW VDI 3865 Bl. 3 (1998-03)

BTEX VDI 3865 Bl. 3 (1998-03)

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Vorsitz des
Umweltministeriums Baden-Württemberg

Stuttgart, im Januar 1994

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Die vorliegende Veröffentlichung ist gegen Kostenerstattung zu beziehen bei der
Geschäftsstelle der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Umweltministerium Baden-Württemberg,
Postfach 10 34 39, 70029 Stuttgart, Fax: 0711/126-2835

Tabelle 1: Prüfwerte für Basisparameter zur Vor- und Hauptuntersuchung von Grundwasser

Parameter	Einheit	Mindeständerung im Vergleich zum Oberstrom (Differenzwert)	Voruntersuchung ⁷⁾
Färbung (visuell) 1)		Verfärbung	+
Trübung (visuell) 1)		Eintrübung	+
Geruch (qualitativ) 1)		deutlicher Fremdgeruch	+
Temperatur (t) 1) 2)		deutliche Änderung	+
Leitfähigkeit (bei 20 °C) 1)	µS/cm	+ 200 3)	+
pH-Wert (bei t) 1)		± 0,3 bis 1,0 4)	+
Calcitlösekapazität (CaCO ₃)	mg/l	deutliche Änderung	
Säurekapazität bis pH 4,3 (K _S 4,3)	mmol/l	± 1 3)	+
Basekapazität bis pH 8,2 (K _B 8,2)	mmol/l	± 0,5	+
Sauerstoff, gelöst (O ₂) 1)	mg/l	- 3	+
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	+ 20 3)	+
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	+ 10 3)	+
Natrium (Na ⁺)	mg/l	+ 20 3)	
Kalium (K ⁺)	mg/l	+ 10 3)	
Mangan, gesamt (Mn)	mg/l	deutliche Änderung	
Eisen, gesamt (Fe)	mg/l	deutliche Änderung	
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	+ 0,3 5)	+
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	+ 30 3)	+
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	± 30 6) 3)	+
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	± 10	+
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	+ 0,3	
Phosphat, ortho (PO ₄ ³⁻)	mg/l	+ 0,2	
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	+ 10	
Oxidierbarkeit (Permanganatindex) (O ₂)	mg/l	+ 3 5)	+
Gel. organisch geb. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	+ 4 5)	+
Spektr. Absorptionskoeffizient 436 nm	m ⁻¹	+ 5	
Spektr. Absorptionskoeffizient 254 nm	m ⁻¹	+ 5	
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW, gesamt)	µg/l	+ 5 5)	+
Adsorbierbare org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	+ 20 5)	+
Bor (B)	mg/l	+ 0,1	+
Biotest (Daphnien- oder Leuchtbakterientest)		Toxische Wirkung im unverdünnten Grundwasser	
Koloniezahl	1/ml	deutliche Änderung	

1) Bestimmung bei der Probenahme vor Ort

2) Bei Grundwassertemperaturänderungen sind ggf. die Einflüsse von Bauwerksgründungen und Oberflächenwasserinfiltration zu berücksichtigen.

3) In einigen Grundwasserleitern liegt aufgrund der geogenen Grundbelastung die natürliche Schwankungsbreite in der o.a. Größenordnung.

4) pH-Änderungen sind in Zusammenhang mit dem Pufferungsvermögen des Wassers zu bewerten.

5) Bei höherer Vorbelastung: + 25 %

6) Bewertung einer Konzentrationsabnahme nur unter der Voraussetzung, daß auch eine Denitrifikation stattgefunden hat

7) Im Rahmen der Voruntersuchung ist primär auf die mit + gekennzeichneten Parameter zu untersuchen.

Tabelle 2: Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte für einige Leitparameter der Hauptuntersuchung von Grundwasser

Parameter	Einheit	Prüfwert	Maßnahmenschwellenwert
Antimon (Sb)	µg/l	2 - 10	20 - 60
Arsen (As)	µg/l	2 - 10	20 - 60
Barium (Ba)	µg/l	100 - 200	400 - 600
Blei (Pb)	µg/l	10 - 40	80 - 200
Cadmium (Cd)	µg/l	1 - 5	10 - 20
Chrom, gesamt (Cr)	µg/l	10 - 50	100 - 250
Chrom VI (Cr)	µg/l	5 - 20	30 - 40
Kobalt (Co)	µg/l	20 - 50	100 - 250
Kupfer (Cu)	µg/l	20 - 50	100 - 250
Molybdän (Mo)	µg/l	20 - 50	100 - 250
Nickel (Ni)	µg/l	15 - 50	100 - 250
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,5 - 1	2 - 5
Selen (Se)	µg/l	5 - 10	20 - 60
Zink (Zn)	µg/l	100 - 300	500 - 2000
Zinn (Sn)	µg/l	10 - 40	80 - 200
Cyanid, gesamt (CN ⁻)	µg/l	30 - 50	100 - 250
Cyanid, frei (CN ⁻)	µg/l	5 - 10	20 - 50
Fluorid (F ⁻)	µg/l	500 - 1500	2000 - 3000
PAK, gesamt 1)	µg/l	0,1 - 0,2	0,4 - 2
- Naphthalin als Einzelstoff	µg/l	1 - 2	4 - 10
LHKW, gesamt 2)	µg/l	2 - 10	20 - 50
- Σ LHKW, karzinogen 3)	µg/l	1 - 3	5 - 15
PBSM, gesamt 4)	µg/l	0,1 - 0,5	1 - 3
PCB, gesamt 5)	µg/l	0,1 - 0,5	1 - 3
Kohlenwasserstoffe 6) (außer Aromaten)	µg/l	100 - 200	400 - 1000
BTX-Aromaten, gesamt 7)	µg/l	10 - 30	50 - 120
- Benzol als Einzelstoff	µg/l	1 - 3	5 - 10
Phenole, wasserdampflich	µg/l	10 - 20	30 - 100
Chlorphenole, gesamt 8)	µg/l	0,5 - 1	2 - 5
Chlorbenzole, gesamt 8)	µg/l	0,5 - 1	2 - 5

- 1) PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, in der Regel Summe von 16 Einzelsubstanzen nach der Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (z.B. Methylnaphthaline)
- 2) LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C₁- und C₂-Kohlenwasserstoffe
- 3) Σ LHKW, karzinogen: besondere Festlegung für die Summe der erwiesenermaßen karzinogenen LHKW Tetrachlormethan (CCl₄), Chlorethen (Vinylchlorid, C₂H₃Cl) und 1,2-Dichlorethan
- 4) PBSM, gesamt: Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Hauptabbauprodukte
- 5) PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel 6 Kongenere nach Ballschmitz (bzw. Altöl-VO), ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe
- 6) Bestimmung mittels IR-Spektroskopie nach DIN 38409-H18
- 7) BTX-Aromaten, gesamt: Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol, Styrol, Cumol etc.); besondere Festlegung für Benzol
- 8) Wenn ein PBSM (z.B. PCP, HCB) oder ein Abbauprodukt eines PBSM vorliegt, dann gelten die o.a. Prüf- bzw. Sanierungsschwellenwerte für PBSM

Tabelle 3: Orientierungswerte für Bodenbelastungen ⁹⁾

Parameter	Einheit	Prüfwert	Maßnahmen-schwellenwert
PAK, gesamt ¹⁾	mg/kg	2 - 10	10 - 100
- Naphthalin als Einzelstoff	mg/kg	1 - 2	5
LHKW, gesamt ²⁾	mg/kg	1 - 5	5 - 25
- Σ LHKW. karzinogen ³⁾	mg/kg	0,1 - 1	0,1 - 5
LHKW, gesamt ²⁾ - in der Bodenluft ⁸⁾	mg/m ³	5 - 10	50
PCB, gesamt ⁵⁾	mg/kg	0,1 - 1	1 - 10
Kohlenwasserstoffe ⁶⁾ (außer Aromaten)	mg/kg	300 - 1000	1000 - 5000
BTX-Aromaten, gesamt ⁷⁾⁸⁾	mg/kg	2 - 10	10 - 30
- Benzol als Einzelstoff	mg/kg	0,1 - 0,5	0,5 - 3
Phenole, wasserdampflich	mg/kg	1 - 10	10 - 25
Chlorphenole, gesamt	mg/kg	1 - 5	5 - 10
Chlorbenzole, gesamt	mg/kg	1 - 5	5 - 10

Fußnoten 1) bis 7) siehe Tabelle 2

- 8) Die Orientierungswerte für LHKW in der Bodenluft können mit Einschränkung auch für die Beurteilung von Belastungen mit leichtflüchtigen BTX-Aromaten herangezogen werden.
- 9) Es sind nur Orientierungswerte für leichtflüchtige und lipophile organische Stoffe genannt. Die Tabelle gibt hilfsweise als Übergangslösung Hinweise zur Bewertung. Sie gilt, bis wissenschaftlich fundierte Gesamtgehalte oder einheitliche, aussagekräftige Elutionsverfahren für diese Stoffe vorgelegt werden.