

**GEOTECHNISCHES
GUTACHTEN**

**Erschließung des Neubaugebiets
Im Schild
63755 Alzenau-Hörstein**

Auftraggeber: **Stadt Alzenau
Hanauer Straße 1
63755 Alzenau**

Projektnummer: **2315807**

Projektleiter: **M. Sc. T. Syla**

Bearbeiter: **M. Sc. T. Syla
M. Sc. M. Möller**

Großostheim, 21.09.2023

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10

Geschäftsführung A. Brehm

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10

M. Sc. T. Syla

I N H A L T

1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand.....	4
2. Situation.....	5
3. Durchgeführte Arbeiten.....	5
4. Geologie und Bodenaufbau.....	6
4.1. Lagerungsdichte.....	8
4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	8
4.3. Laborversuche	8
4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030.....	9
5. Bodenrechenwerte	10
5.1. Homogenbereiche DIN 18300 - 2015	11
6. Gründungsempfehlungen Kanalbau	12
6.1. Bettung der Kanäle gemäß DIN EN 1610	12
6.2. Kanalgrabenverfüllung.....	13
6.3. Gründung der Schachtbauwerke.....	14
6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung.....	15
7. Gründungsempfehlungen Straßenbau	15
8. Einfluss der Baumaßnahme auf benachbarte Gebäude.....	17
9. Versickerung von Niederschlagswasser	19
10. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA.....	19
11. Schlussbemerkungen	22

ANLAGEN

- | | |
|---|-------------|
| 1. Lageskizze mit Bohransatzpunkten | 1 S. |
| 2. Baugrundschnitte mit Bohr- und Rammprofilen | 7 S. |
| 3. Probenahmeprotokolle - Schichtverzeichnisse | 6 S. |
| 4. Bodenmechanische Laborversuche | 1 S. |
| 5. Analyseergebnisse mit Bewertung | 7 S. |

1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand

Der Verfasser wurde von der Stadt Alzenau mit einer geotechnischen Untersuchung für die Erschließung des Neubaugebietes Im Schild in Alzenau-Hörstein beauftragt.

Die Beauftragung erfolgte gemäß Auftragsschreiben vom 28.06.2023 durch die Stadt Alzenau.

Der Untersuchungsumfang wurde gemäß dem Angebot vom 26.05.2023 mit dem Auftraggeber abgegrenzt und vereinbart.

Im beauftragten Gutachten waren Aussagen zum Baugrund in Bezug auf die geplante Erweiterung der Straße und die Verlegung eines Abwasserkanales sowie zur Versickerungsfähigkeit des Niederschlagswassers zu geben.

Bei Bedarf waren Maßnahmen zur Bodenverbesserung zu empfehlen. Außerdem waren Empfehlungen zur Ausführung Leitungsgrabens und ggf. zur Wasserhaltung zu geben.

Vom Auftraggeber wurden, über den beteiligten Planer, folgende Unterlagen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung übergeben:

- Lageplan, Maßstab 1:250
- Lageskizze, ohne Maßstab

Die Ergebnisse der geotechnischen Bodenuntersuchung werden im Folgenden dargestellt und in Bezug auf die genannten Problemstellungen bewertet.

Weiterhin werden im Kapitel 9 die Ergebnisse der orientierenden Bodenuntersuchung dargestellt.

2. Situation

Die Stadt Alzenau plant eine Wohngebietserweiterung im Bereich der Straße „Im Schild“ am nördlichen Ortsrand des Ortsteils Hörstein.

Das Projektgebiet liegt nördlich der Straße „Im Schild“ und westlich der Alzenauer Straße. Nördlich verläuft ein Feldweg. Etwa mittig befindet sich auf dem Grundstück eine Scheune, die im Zuge der Erschließung abgerissen wird. Die Lage der Straßen ist noch nicht festgelegt. In einer Skizze verlaufen die Straßen etwa H-förmig über das Grundstück und weisen eine Gesamtlänge von ca. 220 m auf.

Der Umfang der Maßnahme ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

Die neue Straße wird etwa auf Höhe der aktuellen Geländeoberfläche liegen (vgl. Baugrundschnitt in Anlage 2). Die Tiefenlage der Kanalsohle für die Abwasserkanäle ist noch nicht bekannt. Im weiteren Verlauf wird von einer üblichen Verlegetiefe von ca. 3,0 m ausgegangen. Grundsätzlich ist die Verlegung der Kanäle in offener Bauweise vorgesehen.

3. Durchgeführte Arbeiten

Am 25.07.2023 wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes folgende Arbeiten zur Erkundung des Baugrundes und zur Probenahme des Bodens durchgeführt:

- 4 Rammkernbohrungen (RKS1-RKS4) im Durchmesser 60/50 mm bis max. 4,8 m unter GOK
- 2 Rammsondierungen (DPH1-DPH2) mit der schweren Rammsonde bis 5,0 m unter GOK
- Entnahme von 12 gestörten Bodenproben als Rückstellproben und zur bodenmechanischen bzw. analytischen Prüfung

- Erstellen von zwei Bodenmischproben aus dem Bohrgut und Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie (M20, Boden, 1997)
- Einmessen der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe
- Ausführung von einem bodenmechanischen Laborversuch zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Sieb-Schlamm-Analyse)

Der Bodenaufbau wurde vor Ort aufgenommen und ist als graphische Darstellung in Form eines Baugrundschnittes und als Einzelprofilardarstellung der Anlage 2 beigefügt.

In der Anlage 3 befinden sich die Probenahmeprotokolle und die Schichtenverzeichnisse nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1.

In der Anlage 4 werden die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche dargestellt.

Die Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen nach LAGA sind in der Anlage 5 enthalten.

Eine vorläufige abfallrechtliche Deklaration des Bodenaushubes erfolgte gemäß der LAGA-Richtlinie (M20, 1997) und dem Leitfaden zu den Eckpunkten zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen in Bayern (15.07.2021).

Die Ergebnisse der Geländeuntersuchungen werden unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung im vorliegenden Gutachten erläutert und bewertet.

4. Geologie und Bodenaufbau

Der untersuchte Erweiterungsbereich der Straße „Im Schild“ liegt, wie zuvor erwähnt, im Norden von Alzenau-Hörstein. Im Untersuchungsbereich liegt das Geländeniveau im Südwesten bei ca. 157,35 m ü. NN (RKS3) und steigt nach Nordosten auf ca. 162,02 m ü. NN (RKS2) an, was einem Höhenunterschied von 4,67 m entspricht.

Der Geländeverlauf ist im Lageplan der Anlage 1 und im Baugrundschnitt der Anlage 2 dargestellt.

Gemäß der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 5920 Alzenau, steht im Untersuchungsgebiet zuoberst eine pleistozäne Fließerde an. Darunter folgen tertiäre bis pleistozäne Rotlehme.

Grundsätzlich lässt sich aus den Bohrungen der folgende generelle Bodenaufbau ableiten:

- Mutterboden (Schicht 1)
- Fließerde (Schicht 2)
- Rotlehm (Schicht 3)

Schicht 1 – Mutterboden:

An der Geländeoberfläche liegt in allen Bohrungen eine 0,1 m bis 0,2 m dicke, graubraune bis braune Mutterbodenschicht aus feinsandigem, humosem Schluff mit weicher Konsistenz vor.

Schicht 2 – Fließerde:

Unterhalb des Mutterbodens folgt in allen Bohrungen brauner bis rotbrauner, schwach kiesiger Schluff mit örtlich wechselnden Sandgehalten. Die Konsistenz variiert zwischen weich bis steif, steif und steif bis halbfest.

Die Fließerde reicht bis in örtliche Tiefen zwischen 0,8 m (RKS2) und 3,2 m (RKS1).

Schicht 3 – Rotlehm:

Als unterste Schicht wurden in allen Bohrungen Rotlehme erbohrt. Diese bestehen aus roten Tonen mit steifer oder steifer bis halbfester Konsistenz, die teilweise auch Sand- und Kiesanteile enthalten.

In allen Bohrungen war jeweils ab einer Tiefe zwischen 2,7 m (RKS1, RKS2) und 4,8 m (RKS4) kein weiterer Bohrfortschritt zu verzeichnen.

4.1. Lagerungsdichte

Für die Fließerde der Schicht 2 und den Rotlehm der Schicht 3 wurden Schlagzahlen von zumeist zwischen 3 und 10 ermittelt, die jeweils der ermittelten Konsistenz entsprechen.

Vereinzelte, starke Schlagzahlerhöhungen, wie in DPH2 bei 1,4 m, deuten auf Steine hin.

4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Die erbohrten Böden zeigten nur eine geringe Bodenfeuchte. Vernässungszonen wurden nicht angetroffen.

Gemäß der hydrogeologischen Grundlagenkarte, Blatt L5920 Alzenau, steht das Grundwasser im Projektgebiet bei ca. 120 m ü. NN an. Dieser Grundwasserstand liegt mindestens etwa 34 m unterhalb der angenommenen Kanalsohle. Somit ist kein Grundwassereinfluss auf die Baumaßnahme zu befürchten.

Das Projektgebiet liegt in **Zone IIIB des Trinkwasserschutzgebiets Alzenau.**

4.3. Laborversuche

Von den entnommenen Rückstellproben wurden an einer repräsentativen Probe bodenmechanische Laborversuche ausgeführt. Hierbei wurde die Korngrößenverteilung mittels Sieb-Schlamm-Analyse bestimmt.

Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Korngrößenverteilung nach DIN 18123.

Tabelle 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Probe	Bodenart	Bodenart n. DIN 18196	Schlammkorn- anteil ($< 0,06$ mm)
RKS2 (0,2 m – 5,0 m)	Rotlehm (Schicht 3)	TU-ST*	59,0 %

Für die Probe aus der Schicht 3 ergibt sich eine Einstufung des weitgestuften Bodens als Ton-Sand-Gemisch der Bodenklasse TU-ST*.

Die vollständigen Ergebnisse der Laborversuche sind in der Anlage 4 dargestellt.

4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030

Auf eine labortechnische Untersuchung des Bodens auf betonaggressive Stoffe wurde verzichtet.

Erfahrungsgemäß ist der Rotlehm (Schicht 3) als nicht betonaggressiv einzustufen. Es ist davon auszugehen dass der Hanglehm der Expositionsklasse XA1 nach DIN 4030 zuzuordnen und als nicht betonangreifend zu bewerten ist.

Maßnahmen zum Schutz der Kanalrohre gegen betonaggressiven Boden oder Sickerwasser sind anhand unserer Erfahrungswerte nicht erforderlich.

5. Bodenrechenwerte

Anhand der aus den Erkundungsarbeiten gewonnenen Erkenntnisse, sowie den vorhandenen Erfahrungen in der Bewertung und Beurteilung ähnlicher Bodenarten, werden in der nachfolgenden Tabelle 2 die Bodenrechenwerte für die erbohrten Bodenarten angegeben.

Tabelle 2: Bodenkennwerte

Bodenart	Mutterboden (Schicht 1)	Fließerde (Schicht 2)	Rotlehm (Schicht 3)
Hauptgemengteil	Schluff	Schluff	Ton
Beimengungen	Sand, Humus	Sand, Kies	Schluff, Sand, Kies
Farbe	graubraun - braun	braun - rotbraun	dunkelrot
Lagerungsdichte	--	--	--
Konsistenz	weich	weich bis steif, steif, steif bis halbfest	steif, steif bis halbfest
Wassergehalt	bodenfeucht	bodenfeucht	bodenfeucht
Wichte γ [kN/m³] n. DIN 1055	ca. 14,0	ca. 19,0 – 20,0	ca. 19,0 – 20,0
Wichte γ' [kN/m³] n. DIN 1055	ca. 4,0	ca. 9,0 – 10,0	ca. 9,0 – 10,0
Bodenklasse n. DIN 18196	OH	UL	TL-ST*
Bodenklasse n. DIN 18300	1	4 (5)	4
Reibungswinkel φ' n. DIN 1055	ca. 20°	ca. 28°	ca. 28°
Kohäsion c' [kN/m²] n. DIN 1055	0,0	0,0 – 2,0	2,0 – 5,0
Frostklasse n. ZTVE-StB 17	F3	F3	F3
Verdichtungs-kategorie ZTVE-StB 17	V3	V3	V3
Steifemodul E_s [MN/m²]	ca. 0,5	ca. 5 – 10	ca. 7 – 12

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den zuvor genannten Kennwerten um Tabellenwerte handelt. Begrenzte Inhomogenität im Bodenaufbau ist nicht berücksichtigt.

Die Fließerde sowie der Rotlehm (Schichten 2 und 3) sind **sehr witterungs-empfindlich** und können bei Wasserzutritten oder dynamischer Belastung aufweichen.

Weitere Geologische Besonderheiten wie Verwerfungen, Einschlüsse, Hohlräume oder Erdfälle sind für das Projektgebiet nicht bekannt.

In der Fließerde der Schicht 2 ist das Auftreten von Steinen und Blöcken der Bodenklasse 5 nach DIN 18300 möglich.

5.1. Homogenbereiche DIN 18300 - 2015

Im Folgenden werden die erbohrten Böden und Schichten gemäß der aktuellen Normung der DIN 18300 zu Homogenbereichen zusammengefasst. Im vorliegenden Fall ergeben sich fünf Homogenbereiche, die weitgehend der Schichtung entsprechen. In der Tabelle 3 sind in Klammern die Homogenbereiche gemäß der Einteilung der obersten Baubehörde des Bayerischen Staatsministeriums für Bau und Verkehr angegeben.

Tabelle 3: Homogenbereiche n. DIN 18300 – 2015

Homogenbereich	Bodenschicht	Beschreibung
A (B1)	humoser Oberboden	Mutterboden aus Schluff, weiche Konsistenz, Schicht 1
B (B2)	Fließerde	Schluff, feinsandig, schwach kiesig, weiche bis steife, steife, steife bis halbfeste Konsistenz, Schicht 2
C (B3)	Rotlehm	Ton, sandig, kiesig, steife bis halbfeste Konsistenz, Schicht 3

Wir weisen darauf hin, dass die Abgrenzung der Homogenbereiche aufgrund einer Interpolation aus stichprobenartigen Untersuchungen (Bohrungen, Rammsondierungen und Laborversuche) erfolgt und somit eine exakte räumliche Abgrenzung weder in horizontaler noch in vertikaler Richtung möglich ist.

6. Gründungsempfehlungen Kanalbau

Die geplanten Entwässerungskanäle liegen schätzungsweise ca. 3,0 m unter Gelände.

Mit der Untersuchung war zu klären, in welchen Schichten die Kanäle liegen und welche zusätzlichen Aufwendungen zur Bettung des Kanals ggf. nötig sind.

Anhand der Untersuchungsergebnisse der Bohrungen liegt die vermutete Kanalsole einheitlich in der Schicht 3 (Rotlehm) mit steifer oder steifer bis halbfester Konsistenz. Bereichsweise (z.B. im Bereich RKS3) kann diese auch noch in der Fließerde der Schicht 2 mit gleicher Konsistenz liegen. Dies ist aufgrund ähnlicher Eigenschaften beider Schichten jedoch vernachlässigbar.

Der Boden in der Kanalsole besitzt eine homogene Zusammensetzung. Zusatzmaßnahmen zur Bettung der Kanäle können in geringem Umfang notwendig werden.

6.1. Bettung der Kanäle gemäß DIN EN 1610

Gemäß DIN EN1610 ist bei einer Bettung der Rohre innerhalb der Schicht 3 eine untere Bettungsschicht mit einer Stärke von 0,1 m ausreichend.

Es ist jedoch zu beachten, dass der Rotlehm aufgrund des hohen Schlämmkornanteils bei einer Durchfeuchtung der Kanalsole schnell aufweichen kann, sodass auf einen ausreichenden Schutz der Kanalsole vor Feuchtigkeit zu achten ist.

Sollte der Rotlehm der Schicht 3 durchnässt werden, kann eine zusätzliche Lage des Bettungsmaterials von ca. 0,1 - 0,2 m Mächtigkeit erforderlich werden, wenn eine weiche oder breiige Konsistenz vorliegt.

Unter Umständen kann auch das Einbringen von Grobschotter (Körnung z.B. 100-200 mm) in den aufgeweichten Boden zur Stabilisierung der Rohrsohle nötig werden.

Auf dem weichen Boden sollte dann zusätzlich ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK4 unter der Bettungsschicht eingebaut werden. Der Umfang und die Ausführung der Bettungsschichten zur Stabilisierung des Planums sind vor Ort anhand des Bodenzustandes vom Verfasser festzulegen.

Vor dem Einbau der o.g. Bettungsschicht und des Kanalrohres ist eine sorgfältige Nachverdichtung der Aushubsohle zu empfehlen, die im Rotlehm jedoch nur statisch erfolgen sollte. Der Boden der Schicht 3 neigt bei dynamischer Beanspruchung zur Verbreiung.

Als Material der Rohrbettung in der Schicht 3 kann gemäß DIN EN 1610 vorzugsweise Sand, Kies (z.B. Kiessand z.B. 8/16 mm) oder gebrochener Schotter (z.B. Kornabstufung 0/32 mm) eingesetzt werden. Das Größtkorn des Bettungsmaterials sollte gemäß DIN EN 1610 einen Wert von 40 mm nicht überschreiten.

6.2. Kanalgrabenverfüllung

Das Kanalrohr sollte gemäß den Vorgaben der ZTVE-StB 17 zur Verfüllung von Leitungsgräben im Straßenbereich bis mindestens 0,3 m über Rohrscheitel mit Sand überdeckt werden, vorzugsweise mit einem Sand der Bodenklassen SW oder SI.

Als Verfüllmaterial für die anschließende Grabenverfüllung empfehlen wir die Verwendung von nicht bindigen oder gemischtkörnigen Böden der Verdichtungsstufe V1 oder V2 gemäß ZTVE-StB 17. Hier sind z. B. Böden der Gruppen GW/SW oder GU/SU nach DIN 18300 zu nennen. Bei der Verdichtung sind die Vorgaben der DIN EN 1610 zu beachten.

Beim Einbau ist ein Verdichtungsgrad von ca. 92% (bindige Böden) bis 95% (nicht bindige Böden) der Proctordichte des Einbaumaterials oder mindestens mitteldichte Lagerung einzuhalten. Das zu verdichtende Material ist in Lagen von ca. 0,3 m einzubauen und gemäß ZTVE-StB 17 zu verdichten.

Die erreichte Verdichtung ist durch Versuche (z.B. dynamische Lastplatten-druckversuche oder Rammsondierungen) nachzuweisen. Es sollte hier mitteldichte Lagerung bzw. ein dyn. E-Modul (E_{vd}) ≥ 20 MN/m² nachgewiesen werden.

Der anfallende Bodenaushub aus den Schichten 2 und 3 ist der Verdichtungs-klasse V3 zuzuordnen und kann daher nur nach einer Aufbereitung, z.B. mit Bindemitteln, zum Wiederverfüllen in den Kanalgraben verwendet werden.

6.3. Gründung der Schachtbauwerke

Grundsätzlich gelten für die Gründung der Schachtbauwerke die gleichen Empfehlungen wie für die Kanalrohre; d.h. die Schächte können auf einer Bettungsschicht in der Schicht 3 abgesetzt werden. Alternativ kann die Aushubsohle auch mit einer Schicht aus Magerbeton gleicher Schichtdicke ausgeglichen werden.

Auch hier gelten die o.g. Mindestanforderungen an die Konsistenz (mindestens steife Konsistenz). Ein Bodenaustausch und eine verstärkte Bettungsschicht kann in Schicht 3 notwendig werden, falls der Ton in der Gründungssohle durchnässt werden sollten. Die Maßnahmen sollte dann analog zu den Empfehlungen aus Kapitel 6.1. ausgeführt werden. Die ggf. erforderliche Mächtigkeit der Austauschschicht ist im Einzelfall vom Verfasser festzulegen.

Für die Nachverdichtung der Aushubsohle vor dem Einbau der Schächte gelten die gleichen Empfehlungen wie im Kapitel 6.1. dargelegt.

6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Die Kanaltrasse verläuft vollständig außerhalb der Bebauung, sodass grundsätzlich auch die Anlage eines geböschten Kanalgrabens möglich ist.

Die Kanalgräben sind gemäß DIN 4124, ab einer Tiefe von 1,25 m, geböscht anzulegen. In den Schichten 2 und 3 ist ein Böschungswinkel von ca. 55° einzuhalten.

Sollte auf die Ausführung von Böschungen verzichtet werden, empfehlen wir zur Sicherung des Kanalgrabens die Ausführung eines senkrechten Verbaus als eingestellter Verbau nach DIN 18303. Dieser sollte mindestens zweifach gestützt ausgeführt und aushubbegleitend eingebracht werden.

Es kann hier ein wasserdurchlässiger Verbau ausgeführt werden. Wir empfehlen die Sicherung des Rohrgrabens z.B. mittels großflächigen Stahlverbauplatten, die im Einstell- oder Absenkverfahren eingebracht werden können.

Das partielle Auftreten von Sickerwasserzutritten ist in den angetroffenen Schichten grundsätzlich möglich, so dass im gesamten Bereich des Kanalgrabens eine innenliegende Tagwasserhaltung vorgehalten werden sollte.

Ein Zutritt von Sickerwasser in den Kanalgraben kann über die Baugrubensohle und die Zwischenräume der Verbauelemente möglich sein. Hohlräume hinter den Verbauelementen sind fachgerecht mit Sand zu verfüllen, um einen Nachfall von Boden zu vermeiden.

7. Gründungsempfehlungen Straßenbau

Unter Berücksichtigung der Lage des geplanten Wohngebiets außerhalb der Ortsdurchfahrt ist von einem geringen Verkehrsaufkommen und wenig Schwerverkehr auszugehen. Aus Sicht des Verfassers entspricht der Ansatz der Verkehrsbelastung einer Wohn- oder Quartiersstraße, so dass die Belastungsklasse **Bk1,0** nach RStO 12 für den Straßenausbau ausreichen sollte.

Unter Berücksichtigung des angetroffenen Untergrundes (Frostempfindlichkeitsklasse F3) ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenoberbaus von ca. 0,50 m.

Gemäß Tafel 1 der RStO 12 (Bauweise mit Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht, Zeile 1) beträgt die Gesamtmächtigkeit des Straßenaufbaus (Asphaltdecke, Asphalttragschicht und Frostschutzschicht) für die Belastungskategorie Bk 1,0 dann ca. 0,55 m, mit einer Mächtigkeit der Frostschutzschicht von mindestens 0,37 m.

Auf der Fließerde der Schicht 2 ist der Einbau eines Geotextiles der Robustheitsklasse GRK4 zu empfehlen, um die Tragfähigkeit des Bodens zu erhöhen.

Für den Aufbau der Tragschicht für die Straße empfehlen wir den Einsatz von geprüftem und frostsicherem Material gemäß TL SoB-StB aus gebrochener Körnung (z.B. Schotter; 0/45 mm oder 0/56 mm).

Eine Prüfung der Tragfähigkeit des Planums im Bereich der Tragschicht mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 ist zu empfehlen. Auf dem Ausgangsplanum für den Straßenunterbau (= Unterkante Frostschutzschicht) ist ein E_{v2} -Wert von $> 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Der Straßenoberbau ist dann gemäß der RStO 12 in der entsprechenden Bauklasse herzustellen.

Bei Nachweis ausreichender Tragfähigkeit ($\geq 45 \text{ MN/m}^2$) auf dem Planum, kann die Frostschutzschicht direkt auf dem anstehenden Boden der Schicht 2 angeordnet werden.

Sollten die o.g. Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum nicht erreicht werden sind zur Verbesserung der Tragfähigkeit zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Folgende Zusatzmaßnahmen werden empfohlen:

Zunächst ist der Boden um ca. 0,1 m tiefer auszukoffern. Anschließend ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK3 oder GRK4 und eine zusätzliche Schicht, von ca. 0,1 m Mächtigkeit, aus gebrochener Natursteinkörnung (z.B. 0/45 mm; nicht frostempfindliches Material der Klasse F1 n. ZTVE-Stb) oder Recyclingmaterial vergleichbarer Körnung aufzubringen.

Die Körnung der Zusatzlage und das Material für die Frostschutzschicht ist in Lagen von bis zu 0,20 m Mächtigkeit einzubauen und mittels geeignetem Verdichtungsgerät (> 6 MP) kreuzweise in mindestens drei Übergängen zu verdichten.

Alternativ kann eine Bodenverfestigung des nicht tragfähigen Planums ($d = 0,40$ m) mittels Mischbinder erfolgen. Im Fall der angetroffenen Bodenzusammensetzung der Schicht 2 wird vorab die Verwendung eines Mischbindemittels aus Kalk und Zement im Mischungsverhältnis 70/30 (Zement /Kalk) empfohlen. Im Ausführungsfall sollten die optimale Rezeptur des Mischbinders und die benötigte Bindemittelmenge vorab anhand von Versuchen bestimmt werden. Dazu ist das Merkblatt „Eignungsprüfung bei Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Bindemitteln (TP BF-StB B 11.1)“ zu berücksichtigen. Die prozentuale Zugabemenge des Bindemittels ist unter anderem abhängig vom aktuellen Wassergehalt beim Einbau. Dieser sollte daher zeitnah vor dem Einbau bestimmt werden.

Erfahrungsgemäß liegt die Bindemittelzugabe für die angetroffene Bodenart der Schicht 2 bei ca. 4-6 %. Dies entspricht einer Menge an Bindemittel von ca. 20-25 kg/m² bei einer Frästiefe von ca. 0,3 m. Das Bindemittel ist in den anstehenden Boden mittels Fräse einzubauen und anschließend mittels Schafffuß- und Glattwalze ausreichend zu verdichten.

Auf dem Abschlußplanum (= Oberkante Tragschicht) ist gemäß RStO 12 ein E_{V2} -Wert von ≥ 120 MN/m² mit einem Verhältnis von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ nachzuweisen. Wir empfehlen dazu die Ausführung von statischen Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134.

Im Anschluss sind die Asphalttragschicht und die Asphaltdecke aufzubringen. Die Herstellung dieser Fahrbahnschichten ist in Abstimmung mit dem ausführenden Straßenbauunternehmen gemäß RStO 12 vorzunehmen.

8. Einfluss der Baumaßnahme auf benachbarte Gebäude

Aufgrund des teilweisen Verlaufes der Kanaltrasse in der Nähe der vorhandenen Bebauung war der Einfluss der Maßnahme auf die benachbarte Bebauung zu beurteilen.

Grundsätzlich sind bei fachgerechter Ausführung des Bodenaushubes, der Rohrbettung und des Verbaus nur unschädliche Setzungen (< 1 cm) an den benachbarten Gebäuden zu erwarten. Höhere Setzungen können aus Bodensackungen an der Verbauwand oder durch starke Schwingungen aus der Verdichtung des Tragschichtmaterials in der Rohrsohle entstehen.

Um bei der Baumaßnahme Schadenersatzforderungen zu vermeiden ist aus Sicht des Verfassers immer ein Beweissicherungsverfahren an der benachbarten Bausubstanz zu empfehlen.

Die Ausführung von Schwingungsmessungen nach DIN 4150-1 (2001) ist anhand der angetroffenen Böden unseres Erachtens nicht zwingend erforderlich, soweit die in der DIN 4150 genannten Sicherheitsabstände zwischen Verbau und benachbarten Fundamenten eingehalten werden können. Sollte das nicht der Fall sein, ist gemäß DIN 4150 vorzugehen.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass bei besonders schwingungsempfindlichen Böden (locker bis mitteldicht gelagerte, nicht bindige, Sande und Kiese) und bei einer Wassersättigung der Böden, auch bei Einhaltung der Schwingungsrichtwerte nach DIN 4150, Schäden an Gebäuden auftreten können.

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Böden (Schichten 1 bis 3) weisen keine der o.g. schwingungsempfindlichen Eigenschaften auf. Das Risiko von Setzungen der Gebäude, die aus Schwingungen erzeugt werden, ist bei den angetroffenen Böden als gering zu bewerten.

Beim Einsatz von starken Bodenverdichtern (z.B. Anbauverdichter, schwere Rüttelplatten) können Resonanzschwingungen in Gebäuden, insbesondere in Geschossdecken, auftreten. Sollte dies der Fall sein sind die Erregerfrequenzen der Verdichtungsgeräte im Betrieb anzupassen oder ein anderes Verdichtungsverfahren zu wählen, um hier Schäden und Schadenersatzforderungen zu vermeiden.

9. Versickerung von Niederschlagswasser

Zur Abschätzung der Möglichkeiten einer Versickerung von Oberflächenwasser auf dem Grundstück wurden die Ergebnisse der Bohrungen in Hinsicht auf die Durchlässigkeit der Böden bewertet.

Der erbohrte Rotlehm (Schicht 3) ist aufgrund des hohen Tongehaltes als sehr gering durchlässig bzw. wasserstauend zu bewerten. Eine Bestimmung des Durchlässigkeitswertes (K-Wert) ist aufgrund des hohen Schlämmerkornanteils nicht möglich. Erfahrungsgemäß weisen diese Böden K-Werte von 1×10^{-8} m/s bis 1×10^{-10} m/s auf. Eine Versickerung von Niederschlagswasser findet hier nicht statt.

Gemäß Regelwerk DWA 138 „Bau und Bemessung von Anlagen von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ liegt bei Böden mit K-Werten $>5 \times 10^{-6}$ m/s die Grenze der Versickerung. Dies bedeutet, dass eine **Versickerung** in der Schicht 3 und auf dem gesamten Grundstück **nicht möglich** ist.

10. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA

Zur chemisch-analytischen Untersuchung des Bodens wurden vom Verfasser insgesamt zwei Mischproben (MM/Schild/B1 und MM/Schild/B2) aus den Schichten 2 und 3 entnommen.

Die Probenahmetiefen der einzelnen Proben und die Zuordnung zu den Schichten sind den Probenahmeprotokollen der Anlage 3 und der folgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

In Zusammenarbeit mit der Eurofins Umwelt West GmbH, Labor Friedrichsdorf wurde die Bodenprobe auf die Parameter der LAGA („Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ vom 6.11.1997) analysiert.

Die Analytik dient zur orientierenden, abfallrechtlichen Einstufung des anfallenden Bodenaushubs.

Zur Bewertung der Bodenanalytik, in Bezug auf eine abfallrechtliche Einstufung, dient in Bayern die sogenannte LAGA-Richtlinie (Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 20, Tab. II.1.2-2 und Tab II.1.2-3).

Weiterhin ist in Bayern der Leitfaden zu den Eckpunkten zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (15.07.2021, „sog. Leitfaden“) als Bewertungsgrundlage gültig.

In der LAGA-Liste und im „Leitfaden“ sind Richtwerte (Zuordnungswerte = Z-Werte) definiert, die als Obergrenzen der jeweiligen Einbauklassen für die Verwertung zu verstehen sind:

Z 0-Wert:	uneingeschränkter Einbau
Z 1.1-Wert:	eingeschränkter offener Einbau, ohne Erosionsschutz
Z 1.2-Wert:	eingeschränkter offener Einbau, mit Erosionsschutz
Z 2-Wert:	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
> Z 2-Wert:	Alternative Verwertungswege (z.B. Behandlung in Bodenreinigungsanlage), ansonsten Einbau / Ablagerung in Deponien, Bewertung nach Deponieverordnung

In der folgenden Tabelle 4 sind die Ergebnisse mit der jeweiligen Einstufung nach LAGA und Leitfaden dargestellt.

Tabelle 4: Bodenproben, beprobte Bereiche und Einstufung
LAGA / Leitfaden Bayern (einstufungsrelevante Parameter)

MM/Schild/ ..	Bohrungen	Tiefenbereich	Beprobte Bodenart	Einstufung LAGA / Leitfaden Bayern
B1	RKS1	0,1 - 1,6 m	Fließerde (Schicht 2)	Z0 / Z0 (Bodenart Lehm/Schluff)
	RKS2	0,2 - 0,8 m		
	RKS3	0,2 - 3,1 m		
	RKS4	0,1 - 2,9 m		
B2	RKS1	1,6 - 2,7 m	Rotlehm (Schicht 3)	Z1.1 / Z0 (Bodenart Ton)
	RKS2	0,8 - 2,7 m		
	RKS3	3,1 - 4,7 m		
	RKS4	2,9 - 4,8 m		

In der untersuchten Bodenprobe "**MM/Schild/B1**" wurden keine erhöhten Stoffgehalte ermittelt. Die Ergebnisse der Analytik ergeben eine Einstufung der untersuchten Fließerde (Schicht 2) in die **Einbauklasse Z0 (Bodenart Lehm/Schluff) gemäß dem Leitfaden** zu den Eckpunkten bzw. **Z0** gemäß der **LAGA-Liste**.

Die Probe „**MM/Schild/B2**“ aus dem Rotlehm der Schicht 3 wies einen leicht erhöhten Zink-Gehalt gemäß der LAGA-Liste auf. Weiterhin wurde ein zu niedriger pH-Wert ermittelt, der jedoch allein kein Ausschlusskriterium darstellt. Aufgrund dessen ergibt sich eine Einstufung der Probe in die Einbauklasse **Z1.1** gemäß der **LAGA-Liste** bzw. **Z0 (Bodenart Ton) gemäß dem Leitfaden** zu den Eckpunkten.

Auf Grundlage der durchgeführten Bodenanalytik ist eine Verwertung des Bodenaushubes gemäß den o.g. Richtlinien möglich.

Es können pro Analyse ca. 500 m³ (lose Masse) an Bodenaushub verwertet werden. Sollte diese Kubatur überschritten werden, sind ggf. weitere Analysen des Bodens erforderlich.

Es ist anzumerken, dass die Untersuchung eine orientierende Vorabdeklaration darstellt, die im Vergleich zu einer haufwerksbezogenen Beprobung des Bodenaushubes abweichende Ergebnisse ergeben kann. Des Weiteren können, je nach Anforderung des jeweiligen Verwerters, zusätzliche Bodenproben und Analysen erforderlich werden, um eine endgültige abfallrechtliche Einstufung des Bodens vornehmen zu können. Dies führt zu Folgekosten für die Bodenverwertung, die im aktuellen Auftrags- und Untersuchungsumfang nicht enthalten sind.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die ausgeführten Bohrungen nur eine stichprobenartige Untersuchung und Beprobung des Grundstückes ermöglichen. Das Auftreten schadstoffhaltiger Böden der Einbauklassen Z1.2 bis > Z.2 kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

11. Schlussbemerkungen

Das Gutachten wurde anhand der Baugrunderkundung vom 25.07.2023, der Planunterlagen und der Laborergebnisse erstellt.

Zur Abnahme des Planums für die Rohrleitungen und des Planums für den Straßenbau bittet der Verfasser um rechtzeitige Terminabsprache. Gleiches gilt für die Durchführung von Verdichtungskontrollen (Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 oder Rammsondierungen).

Das Gutachten darf nur mit Zustimmung unseres Institutes an nicht am Projekt beteiligte Dritte weitergeleitet werden.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

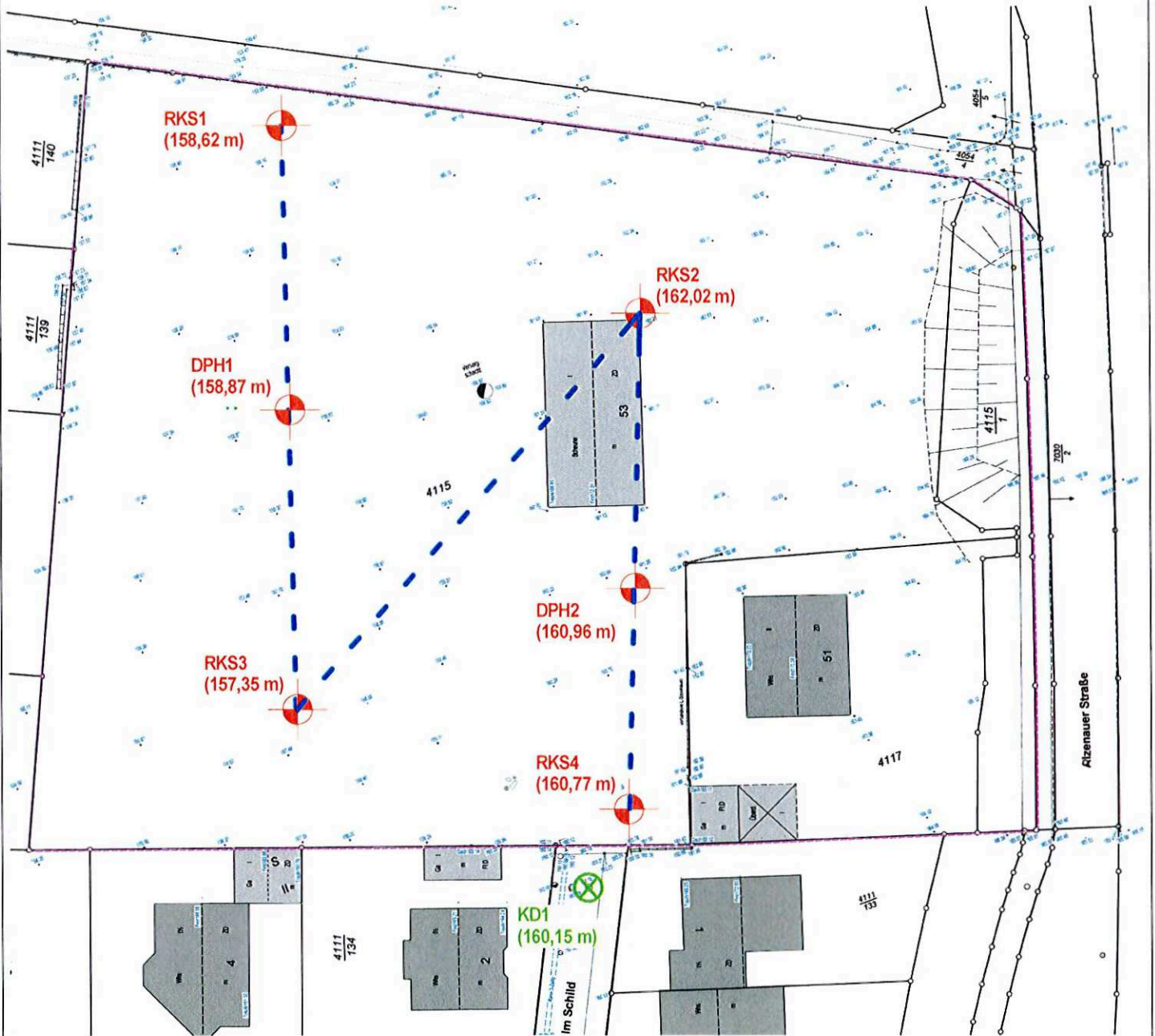
Großostheim, den 21.09.2023

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10
Geschäftsführung A. Brehm

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10
M. Sc. T. Syla

ANLAGE 1

Lageskizze mit Bohransatzpunkten



Legende:

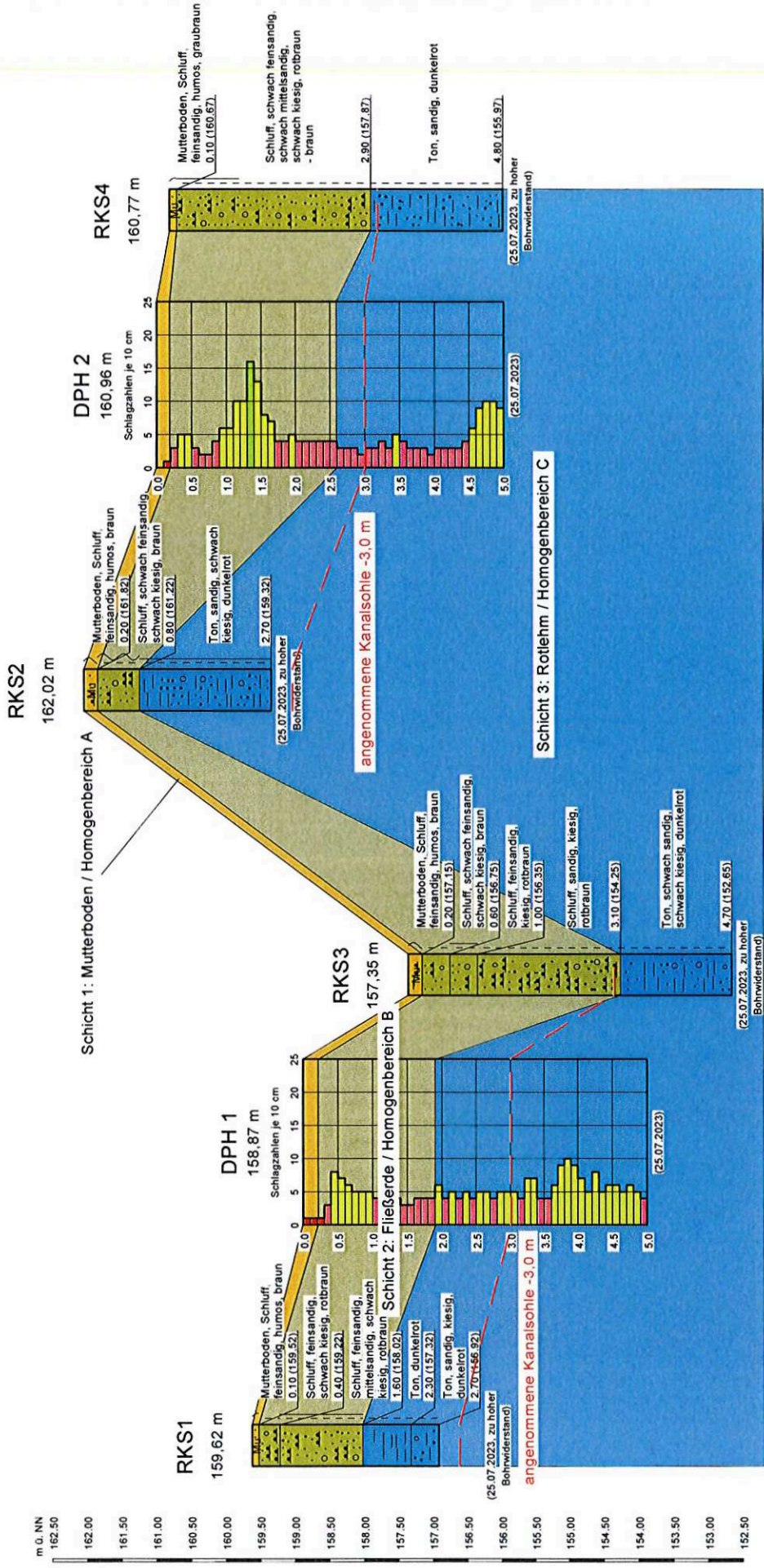


RKS1-RKS4: Sondierbohrungen, Durchmesser 60/34 mm
 DPH1-DPH2: Rammsondierungen, schwere Rammsonde
 Baugrundschnitt
 KD: Kanaldeckel, Bezugspunkt

Maßnahme	Erschließung des Neubaugebiets, Im Schild, 63755 Alzenau-Hörstein	Anlage	1	
Planinhalt	Lage der Bohransatzpunkte	Maßstab	1 : 600 (bei DIN A4)	
Bearbeiter	M. Sc. M. Möller	Projektnr.	2315807	
Auftraggeber	Stadt Alzenau, Hanauer Straße 1, 63755 Alzenau	File	Lageplan_2315807.SKF	
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE UND UMWELTANALYTIK BREHM Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Am Trieb 15, 63762 Großostheim FON 06026/9733-0, FAX 06026/9733-18 Email: info@institut-brehm.de			Datum	28.07.2023

ANLAGE 2

Baugrundschnitt mit Bohr- und Rammprofilen



Legende DPH

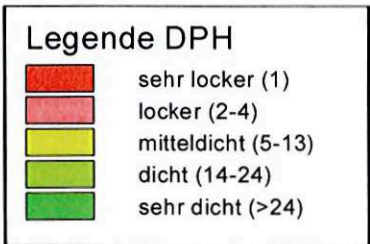
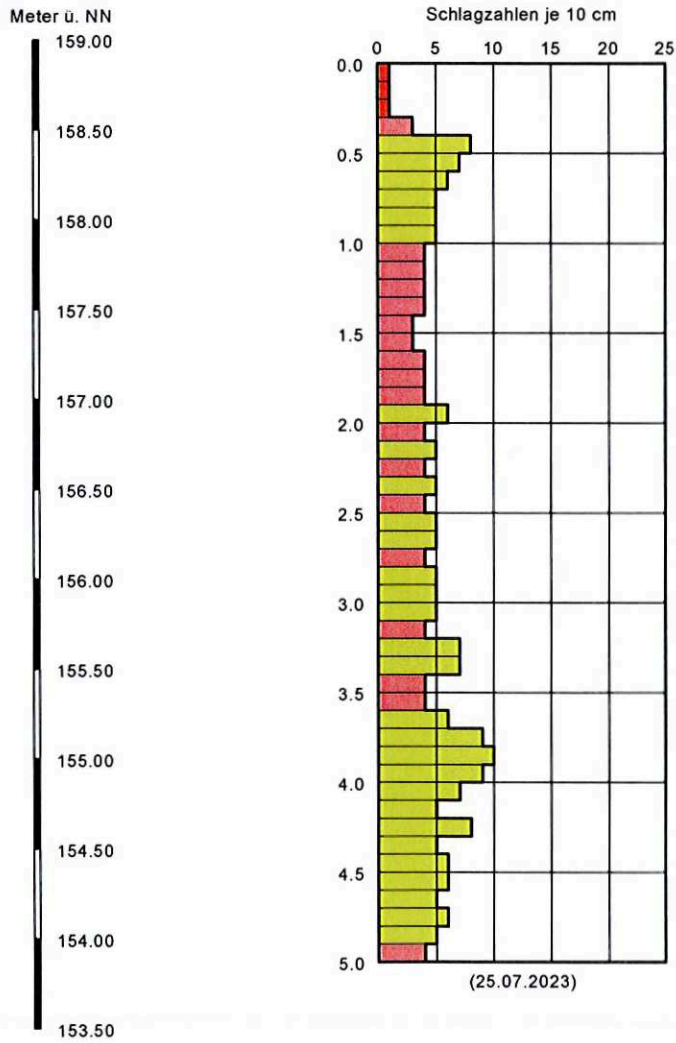
- sehr locker (1)
- locker (2-4)
- mitteldicht (5-13)
- dicht (14-24)
- sehr dicht (>24)

Legende

- steif - halbleist
- steif
- weich - steif
- weich

Mutterboden
 Schluff
 Ton

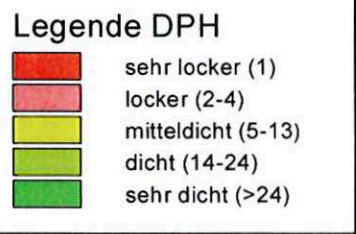
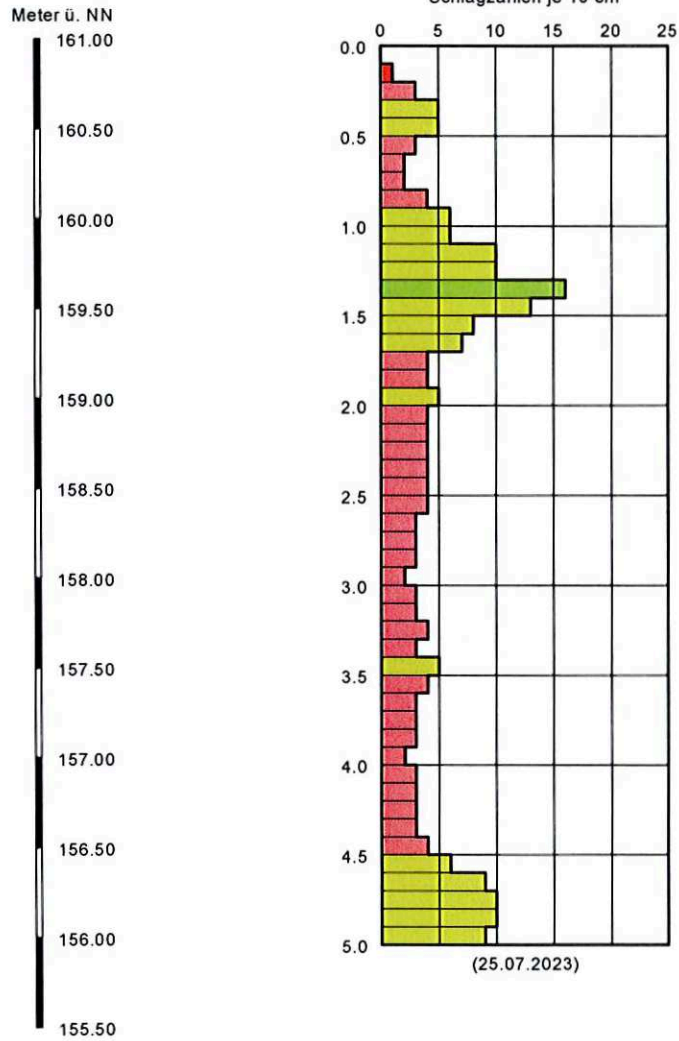
DPH 1
 158,87 m

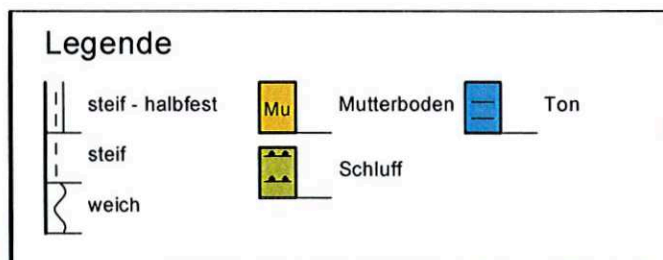
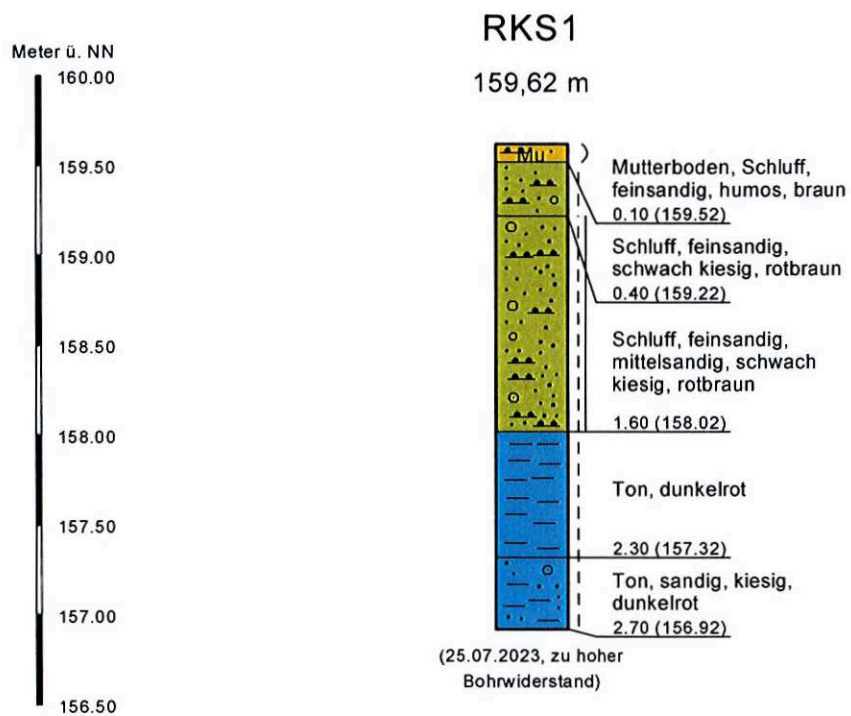


DPH 2

160,96 m

Schlagzahlen je 10 cm



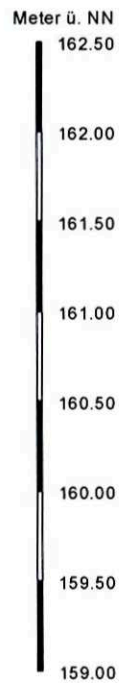


Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15, 63762 Großostheim
FON 06026/9733-0, FAX 06026/9733-18

Baugrunduntersuchung
NBG Im Schild, 63755 Alzenau-Hörstein
Rammkernsondierung (50 / 32 mm)

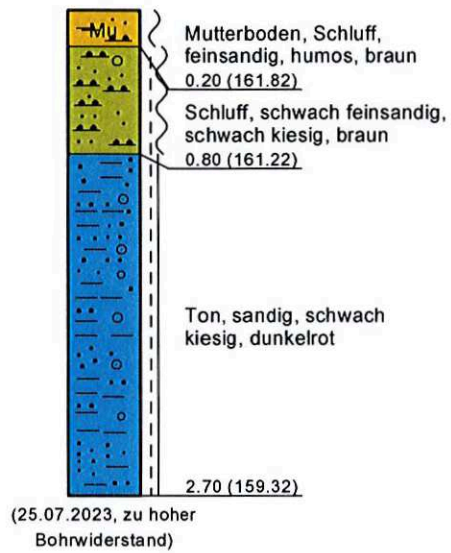
Projektnr.: 2315807

Anlage:
2

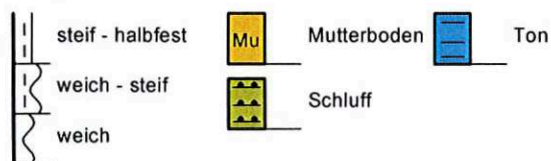


RKS2

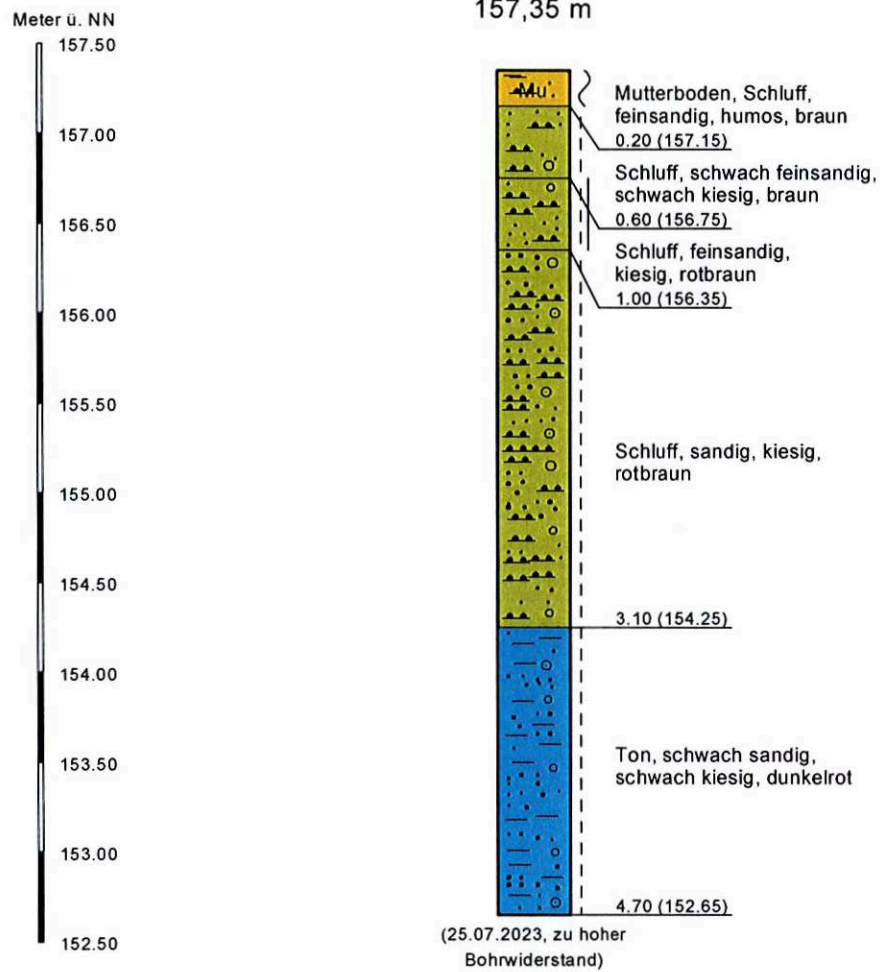
162,02 m



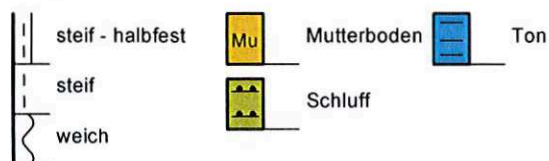
Legende



RKS3
 157,35 m

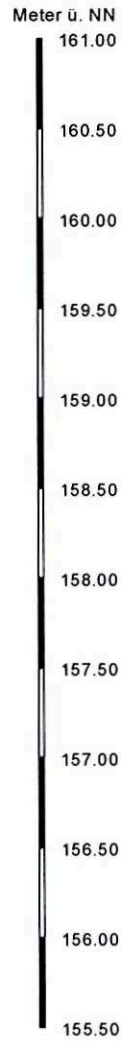


Legende



RKS4

160,77 m



Mutterboden, Schluff,
 feinsandig, humos, graubraun
 0.10 (160.67)

Schluff, schwach feinsandig,
 schwach mittelsandig,
 schwach kiesig, rotbraun
 - braun

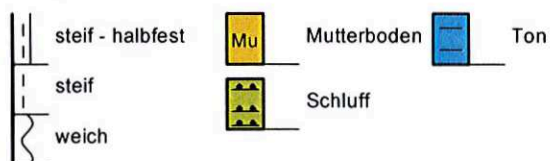
2.90 (157.87)

Ton, sandig, dunkelrot

4.80 (155.97)

(25.07.2023, zu hoher
 Bohrwiderstand)

Legende



ANLAGE 3

Probenahmeprotokolle - Schichtenverzeichnisse

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.: 2315807 **Anlagennummer:** 3
Auftraggeber: Stadt Alzenau
Auftragsgegenstand: Baugrunduntersuchung, NBG Im Schild, Alzenau-Hörstein
Datum der Entnahme: 25.07.2023 **Uhrzeit:** 10:30
Probennehmer: M. Möller
Probenbezeichnung: MM/Schild/B1 **Probennummer:** 27396
Analyseumfang: LAGA-Boden Tab. II1.2-2 und 1.2-3, TOC

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Boden
Form der Lagerung / Gesamtvolumen: In situ / <500 m³ **Lagerungsdauer:** -
Witterung: bewölkt **Lufttemperatur in °C:** 18
Probenart: Boden **Entnahmetiefe:** s. Entnahmepos.
Probennahmetechnik: Rammkernsondierung
Probengefäß: Eimer **Probenmenge in ml:** 5000
Entnahmeposition: RKS 1 (0,1 - 1,6 m), RKS 2 (0,2 - 0,8 m), RKS 3 (0,2 - 3,1 m), RKS 4 (0,1 - 2,9 m)
Probenbeschreibung: Schluff, schwach feinsandig - feinsandig, schwach kiesig - kiesig
Wassergehalt: bodenfeucht **Konsistenz:** weich-stelf, steif, steif-halbfest
Farbe: rotbraun - braun **Geruch:** ohne
Bemerkungen:
Ort / Datum: Großostheim, 25.07.2023 **Unterschrift:** Institut für Angewandte Geologie und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Friedl 15
63762 Großostheim
Tel. 06926 / 9733-10

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	2315807	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadt Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, NBG Im Schild, Alzenau-Hörsteln		
Datum der Entnahme:	25.07.2023	Uhrzeit:	10:30
Probennehmer:	M. Möller		
Probenbezeichnung:	MM/Schild/B2	Probennummer:	27397
Analyseumfang:	LAGA-Boden Tab. II1.2-2 und 1.2-3,TOC		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	in situ / <500 m ³	Lagerungsdauer:	-
Witterung:	bewölkt	Lufttemperatur in °C:	18
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	s. Entnahmepos.
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Elmer	Probenmenge in ml:	5000
Entnahmeposition:	RKS 1 (1,6 - 2,7 m), RKS 2 (0,8 - 2,7 m), RKS 3 (3,1 - 4,7 m), RKS 4 (2,9 - 4,8 m)		
Probenbeschreibung:	Ton, schwach sandig - sandig, schwach klesig - klesig		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	steif, steif-halbfest
Farbe:	dunkelrot	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: Großostheim, 25.07.2023

Unterschrift:

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trich 15
63762 Großostheim
Tel. 069 267 9733-10

ANLAGE 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel.: 06026/9733-0
Fax: 06026/9733-18

Dipl.-Geol. J. Brehm GmbH

Bearbeiter: M. Möller, M. Sc. Datum: 15.09.2023

Körnungslinie

NBG Im Schild
63755 Alzenau-Hörstein
Sieb-Schlammanalyse

Projektnummer: 2315807

Probe entnommen am: 25.07.2023

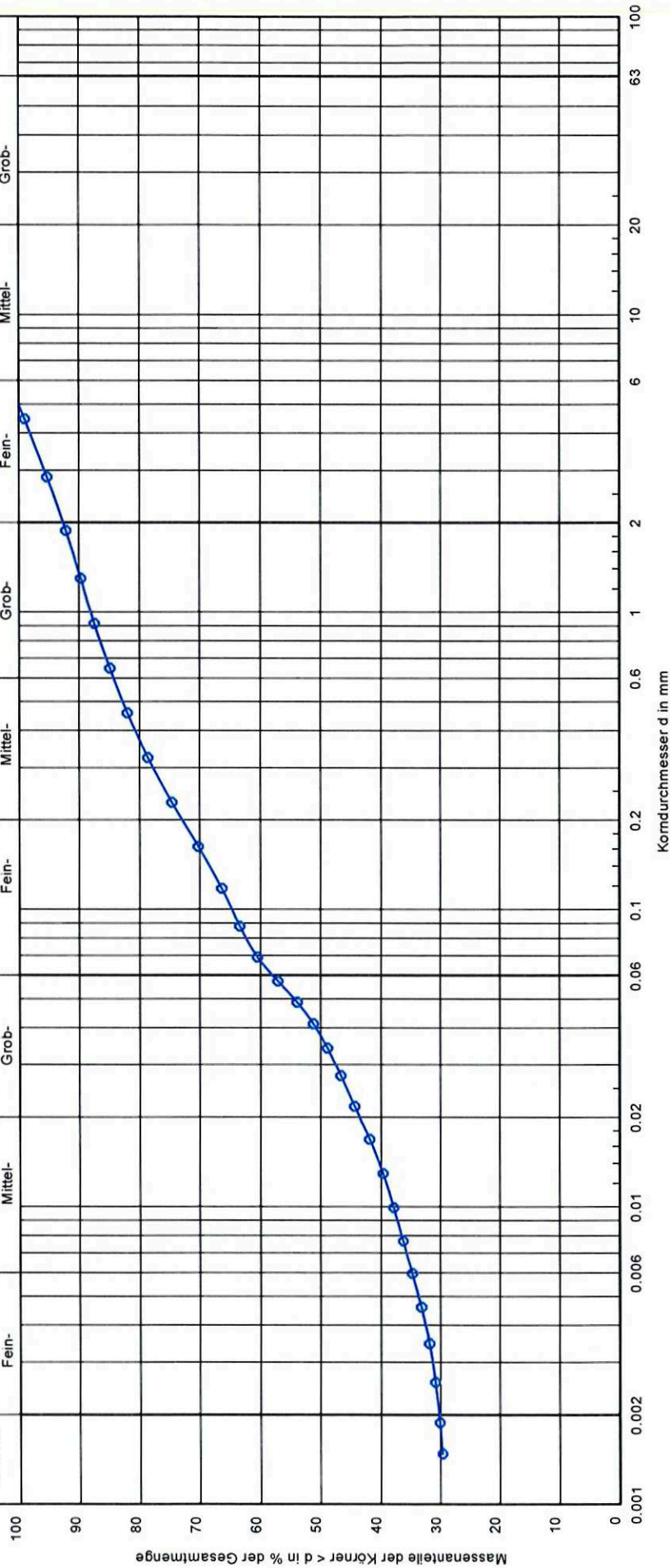
Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Schlammkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

Fein- Sandkorn Mittel- Grob- Kleinkorn Mittel- Grob- Steine



Projektnummer:
2315807
Anlage:
4

Bemerkungen:
Schicht 3

RKS 2/2

T, u, s, fg'

0,8 - 2,7 m

Bezeichnung

Bodenart:

Tiefe:

k [m/s] (Beyer)

Entnahmestelle:

U/Cc

ANLAGE 5

Analyseergebnisse Bodenaushub mit Bewertung

Angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (1997) Tabelle II.1.2-2/-3

Bezeichnung	Einheit	MM/Schild/B1	MM/Schild/B2	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		723029737	723029738				
Einstufung		Z0	Z1.1				
pH in CaCl2		6,4	5,4 *	5,5 - 8	5 - 9		
EOX	mg/kg TS	<1,0	<1,0	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	<40	<40	100	300	500	1000
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	<1	1	3	5
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	<1	1	3	5
Naphthalin	mg/kg TS	n.n.	n.n.	<0,5	<1	<1	
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	n.n.	n.n.	<0,5	<1	<1	
Summe 16 EPA-PAK inkl.BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	1	5	15	20
Summe 6 DIN-PCB inkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	0,02	0,1	0,5	1
Arsen (As)	mg/kg TS	14,2	19,1	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	11	6	100	200	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	<0,2	<0,2	0,6	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	33	68	50	100	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	13	19	40	100	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	14	20	40	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	<0,07	0,12	0,3	1	3	10
Thallium (Tl)	mg/kg TS	<0,2	<0,2	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	26	22	120	300	500	1500
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	<0,5	<0,5	1	10	30	100
Eluat							
pH-Wert		8,9	6,4 *	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	18	15	500	500	1000	1500
Chlorid (Cl)	mg/l	<1,0	<1,0	10	10	20	30
Sulfat (SO4)	mg/l	3,1	4,5	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	<5	<5	<10	10	50	100
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	<10	<10	<10	10	50	100
Arsen (As)	µg/l	<1	<1	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	<1	<1	20	40	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,3	<0,3	2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	<1	<1	15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	<5	50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	<1	<1	40	50	150	200
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,2	<0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium (Tl)	µg/l	<0,2	<0,2	<1	1	3	5
Zink (Zn)	µg/l	<10	<10	100	100	300	600

n.b.: nicht berechenbar.

* zu niedriger pH-Wert stellt allein kein Ausschlusskriterium dar

Angewendete Vergleichstabelle: Bayern: Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Stand 15.07.2021)

Bezeichnung	Einheit	MM/Schild/B1 723029737	MM/Schild/B2 723029738	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z1.1	Z1.2	Z2
Einstufung		Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton					
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	<0,5	<0,5	1	1	10	30	100
Arsen (As)	mg/kg TS	14,2	19,1	20	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	11	6	70	100	140	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	<0,2	<0,2	1	1,5	2	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	33	68	60	100	120	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	13	19	40	60	80	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	14	20	50	70	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	<0,07	0,12	0,5	1	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	26	22	150	200	300	500	1500
EOX	mg/kg TS	<1,0	<1,0	1	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	<40	<40	100	100	300	500	1000
Benzol[a]pyren	mg/kg TS	n.n.	n.n.	<0,3	<0,3	<0,3	<1	<1
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	3	3	5	15	20
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Eluat								
pH-Wert		8,9	6,4 *	6,5-9	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	18	15	500	500	500	1000	1500
Chlorid (Cl)	mg/l	<1,0	<1,0	250	250	250	250	250
Sulfat (SO4)	mg/l	3,1	4,5	250	250	250	250	250
Cyanide, gesamt	µg/l	<5	<5	10	10	10	50	100
Arsen (As)	µg/l	<1	<1	10	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	<1	<1	20	20	25	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,3	<0,3	2	2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	<1	<1	15	15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	<5	50	50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	<1	<1	40	40	50	150	200
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,2	<0,2	0,2	0,2	0,2	1	2
Zink (Zn)	µg/l	<10	<10	100	100	100	300	600
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	<10	<10	10	10	10	50	100

n.b.: nicht berechenbar.

* zu niedriger pH-Wert stellt allein kein Ausschlusskriterium dar

Eurofins Umwelt West GmbH - Prof.-Wagner-Straße 11 - DE-61381 Friedrichsdorf

**Institut für Angewandte Geologie und
Umweltanalytik J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72313958

Prüfberichtsnummer: AR-23-JS-003715-01

Auftragsbezeichnung: 2315807

Anzahl Proben: 2

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 25.07.2023

Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probeneingangsdatum: 04.08.2023

Prüfzeitraum: 04.08.2023 - 09.08.2023

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Anhänge:

XML_Export_AR-23-JS-003715-01.xml

Jaqueline Beppler
Prüfleitung

+49 1736133574

Digital signiert, 10.08.2023
Mark Christjani
Prüfleiter .



Eurofins Umwelt West GmbH
Vorgebirgsstrasse 20
D-50389 Wesseling

Tel +49 2236 897 0
Fax +49 2236 897 555
umwelt-wesseling@eurofins.de
www.eurofins.de/umwelt

GF: Thomas Bjelkberg, Dr. Thomas Henk,
Dr. Sebastian Wiltjes
Amtsgericht Köln HRB 44724
USt.-ID.Nr. DE 121 85 3679

Bankverbindung: UniCredit Bank AG
BLZ 207 300 17
Kto 7000001950
IBAN DE37 2073 0017 7000 0019 50
BIC/SWIFT HYVEDEMME17

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Probenbezeichnung		MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
				Probenahmedatum/ -zeit		25.07.2023	25.07.2023
				Probennummer		723029737	723029738
				BG	Einheit		

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN	L8	DIN 19747: 2009-07		kg	2,08	2,00
Fremdstoffe (Art)	AN	L8	DIN 19747: 2009-07			nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	L8	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0
Siebückstand > 10mm	AN	L8	DIN 19747: 2009-07			ja	nein
Fremdstoffe (Anteil)	AN	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	< 0,1	< 0,1
Königswasseraufschluss	AN	L8	DIN EN 13657: 2003-01			X	X

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	L8	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	89,7	87,1
pH in CaCl ₂	AN	L8	DIN ISO 10390: 2005-12			6,4	5,4

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	----	------------------------	-----	----------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	14,2	19,1
Blei (Pb)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	11	6
Cadmium (Cd)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	33	68
Kupfer (Cu)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	13	19
Nickel (Ni)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	14	20
Quecksilber (Hg)	AN	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	0,12
Thallium (Tl)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	26	22

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,4	< 0,1
EOX	AN	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	L8	DIN EN 14039 2005-01/LAGA KW/04 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	L8	DIN EN 14039 2005-01/LAGA KW/04 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Toluol	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Ethylbenzol	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
m-/p-Xylol	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
o-Xylol	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe BTEX	AN		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Probenbezeichnung		MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
				Probenahmedatum/ -zeit		25.07.2023	25.07.2023
				Probennummer		723029737	723029738
				BG	Einheit		
LHKW aus der Originalsubstanz							
Dichlormethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
trans-1,2-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
cis-1,2-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Chloroform (Trichlormethan)	AN	L8	DIN EN ISO 22155 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
1,1,1-Trichlorethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155. 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Tetrachlormethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Trichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Tetrachlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
1,1-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
1,2-Dichlorethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe LHKW (10 Parameter)	AN		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Acenaphthylen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Acenaphthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Fluoren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Phenanthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[a]anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Chrysen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[b]fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[k]fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[a]pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[ghi]perylen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Probenbezeichnung		MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
				Probenahmedatum/ -zeit		25.07.2023	25.07.2023
				Probennummer		723029737	723029738
				BG	Einheit		

PCB aus der Originalsubstanz

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
PCB 28	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾
PCB 118	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
pH-Wert	AN	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,9	6,4
Temperatur pH-Wert	AN	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,6	21,3
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	18	15

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
Chlorid (Cl)	AN	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	3,1	4,5
Cyanide, gesamt	AN	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
Arsen (As)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Thallium (Tl)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	MM/Schild/ B1	MM/Schild/ B2
Phenolindex, wasserdampflich	AN	L8	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

X - durchgeführt

Heizblock-Aufschluss außer bei Untersuchungen im gesetzlich geregelten Bereich.

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht nachweisbar

²⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.