

**GEOTECHNISCHES  
GUTACHTEN**

**Erschließung Gewerbegebiet  
„Hainbuche“  
63853 Mömlingen**

**Auftraggeber: Gemeinde Mömlingen  
Hauptstraße 70  
63850 Mömlingen**

**Planer: Unger Ingenieure  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Julius-Reiber-Straße 19  
64293 Darmstadt**

**Projektnummer: 2119706**

**Projektleiter: Dipl.-Geol. U. Kähler**

**Bearbeiter: Dipl.-Geol. U. Kähler  
B. Sc. G. Gehweiler**

**Großostheim, 21.12.2021**

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

**Dipl. Geol. U. Kähler**

## **I N H A L T**

<b>1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Situation.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Durchgeführte Arbeiten.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Geologie und Bodenaufbau.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Lagerungsdichte.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3. Ergebnisse der Laborversuche.....</b>	<b>11</b>
<b>4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Bodenrechenwerte .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1. Homogenbereiche DIN 18300 - 2015 .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Gründungsempfehlungen Kanalbau .....</b>	<b>17</b>
<b>6.1. Bettung der Kanäle gemäß DIN EN 1610 .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2. Kanalgrabenverfüllung.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3. Gründung der Schachtbauwerke.....</b>	<b>20</b>
<b>6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Gründungsempfehlungen Wasserleitung.....</b>	<b>21</b>
<b>8. Gründungsempfehlungen Straßenbau .....</b>	<b>22</b>
<b>9. Einfluss der Baumaßnahme auf benachbarte Gebäude.....</b>	<b>24</b>
<b>10. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA.....</b>	<b>25</b>
<b>11. Allgemeine Hinweise zur Gründung von Bauwerken .....</b>	<b>28</b>
<b>12. Versickerungsfähigkeit der Böden.....</b>	<b>30</b>
<b>13. Schlussbemerkungen .....</b>	<b>30</b>

## **A N L A G E N**

- |   |              |
|---|--------------|
| <b>1. Lageskizze mit Bohransatzpunkten</b>            | <b>1 S.</b>  |
| <b>2. Bohr- und. Rammprofile, Baugrundschnitte</b>    | <b>20 S.</b> |
| <b>3. Probenahmeprotokolle - Schichtverzeichnisse</b> | <b>21 S.</b> |
| <b>4. Bodenmechanische Laborversuche</b>              | <b>8 S.</b>  |
| <b>5. Analyseergebnisse mit Bewertung</b>             | <b>7 S.</b>  |

## **1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand**

Der Verfasser wurde von der Gemeinde Mömlingen, vertreten durch Herrn Dölger, mit einer geotechnischen Untersuchung und einer orientierenden Schadstoffuntersuchung für die Erschließung des Gewerbegebietes „Am Schlaggraben“ in Mömlingen beauftragt.

Die Beauftragung erfolgte gemäß Auftragsschreiben (E-Mail) vom 01.07.2021.

Der Untersuchungsumfang wurde gemäß Angebot 3082 vom 25.05.2021 mit dem Auftraggeber abgegrenzt und vereinbart.

Im beauftragten Gutachten waren Aussagen zum Baugrund in Bezug auf die geplante Erschließung des Gebietes zu treffen. Es war auf den Straßenbau, sowie die Verlegung von Abwasserkanälen und einer Trinkwasserleitung einzugehen.

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

Weiterhin war die allgemeine Bebaubarkeit und die Versickerungsfähigkeit der Böden zu beurteilen.

Eine orientierende, abfallrechtliche Untersuchung von Bodenaushub wird ebenfalls in diesem Gutachten dargestellt.

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

- Lageplan geplante Erschließung; Maßstab 1:5000

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

Weiterhin werden im Kapitel 10 die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffuntersuchung des Bodens dargestellt.

## **2. Situation**

Von Markt Mömlingen ist die Erschließung des Gewerbegebietes „Hainbuche“ in Mömlingen geplant. Es handelt sich um ein zweigeteiltes Gebiet, das entlang der Verbindungsstraße (St. 426) Mömlingen – Höchst verläuft. Nördlich der Straße beträgt die Fläche des Gewerbegebietes ca. 31.500 m<sup>2</sup> und südlich davon ca. 13.000 m<sup>2</sup>. Die geplanten Erschließungsstraßen weisen eine Länge von ca. 850 m auf.

Im Zuge des Neubaus werden Erschließungsstraßen erstellt, sowie die Entwässerung im Straßenbereich ausgebaut. Dazu werden Abwasserkanäle und eine Trinkwasserleitung verlegt. Das untersuchte Baufeld des Straßen- und Kanalbaus ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

Die Abwasserkanäle werden nach Angabe der Planung in ca. 2-3 m Tiefe verlegt. Die Verlegetiefe der Wasserleitung beträgt ca. 1,8 m unter Gelände. Grundsätzlich ist die Verlegung von Kanälen und der Trinkwasserleitung in offener Bauweise vorgesehen.

## **3. Durchgeführte Arbeiten**

Im Zeitraum vom 28.07.2021 bis 15.11.2021 wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes folgende Arbeiten zur Erkundung des Baugrundes und zur Probenahme des Bodens durchgeführt:

- 18 Rammkernbohrungen im Durchmesser 60/36 mm bis max. 7,0 m unter GOK (RKS1 bis RKS18)

- 9 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis maximal 7,0 m unter GOK(DPH1 bis DPH9)
- 7 Oberflächenaufbrüche des vorhanden Straßenbelages (Bohrpunkte RKS3/DPH2, RKS6, RKS8/DPH5, RKS9, RKS10)
- Entnahme von insgesamt 52 gestörten Boden- und Asphaltproben als Rückstellproben und zur bodenmechanischen bzw. analytischen Prüfung
- Einmessen der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe
- Erstellen von drei Bodenmischproben (GG/Möm/B1 bis GG/Möm/B3) aus dem Bohrgut und Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie (M20, Boden, 1997)
- Ausführung von 16 bodenmechanischen Laborversuchen zur Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 (3 Proben) und der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (3 Proben) und des Wassergehaltes nach DIN 18121 (10 Proben)

Der Bodenaufbau wurde vor Ort aufgenommen und ist als graphische Darstellung in Form von zwei Baugrundschnitten und zusätzlich als Einzelprofilardarstellung in der Anlage 2 beigelegt.

In der Anlage 3 befinden sich die Probenahmeprotokolle und Schichtenverzeichnisse nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1. In der Anlage 4 werden die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche dargestellt.

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

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

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

#### 4. Geologie und Bodenaufbau

Das untersuchte Gewerbegebiet liegt nördlich und südlich der Staatstraße 426 und etwa 300 – 500 m nördlich der Mümling.

Im Untersuchungsbereich liegt das Geländeniveau im Norden bei ca. 149 bis 147 m ü. NN und fällt nach Süden auf ca. 135 m ab.

Der Geländeverlauf ist im Lageplan der Anlage 1 und in den Baugrundschnitten der Anlage 2 dargestellt.

Gemäß der geologischen Karte von Bayern stehen im Untersuchungsgebiet jungquartäre Löß- und Hanglehme an, die die Sandsteine des Unteren Buntsandsteines überlagern. Im Nahbereich der Mümling (südlich der St 426) können auch fluviatile Ablagerungen (Lehm, Sand-Kies) der Mümling vorkommen.

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

- Mutterboden / Asphaltdecke (Schicht 1)
- Tragschicht / Auffüllung (Schicht 2)
- Schluff / Löß- u. Auelehm (Schicht 3)
- Sand und Kies (Schicht 4)
- Ton/Torf (Schicht 5)
- Sandstein (Schicht 6)

##### Schicht 1 – Mutterboden / Asphaltdecke:

In den Bohrungen, die in vorhandenen Straßen und Wegen ausgeführt wurden, liegt an der Oberfläche eine ca. 0,20 m (RKS3, RKS6) bis ca. 0,09 m bis 0,10 m (RKS8-RKS10) starke Asphaltdecke vor.

In den übrigen Bohrungen (außerhalb der Bebauung) findet sich an der Geländeoberfläche eine ca. 0,10 m bis 0,30 m mächtige Mutterbodenschicht aus humosem, schwach sandigem Schluff vor. Die Bodenfarbe ist dunkelbraun.

#### Schicht 2 – Auffüllung / Tragschicht:

Als zweite Schicht folgen geringmächtige Auffüllungen und Tragschichten, die in den Profilen RKS1-RKS3, RKS6 und RKS8-RKS10 angetroffen wurden.

Es handelt sich um schluffige, kiesige Sande mit Anteilen von Kalkschotter (RKS2, RKS8), Ziegelbruch, Schlacke und Sandstein (RKS3, RKS6 und RKS8-RKS10). Die Auffüllungen und Tragschichten besitzen eine Mächtigkeit von ca. 0,30 m (z.B. RKS2) bis 0,90 m (RKS1) und sind graubraun, grau, rotbraun, rot und schwarz gefärbt.

Die Schicht 2 bildet unter den Asphaltsschichten die Tragschicht der Straßen und Wege.

#### Schicht 3 – Schluff - Löß- und Auelehm:

Als dritte Schicht folgt unter den Auffüllungen und Tragschichten ein hellbrauner, schwach toniger und sandiger Schluff, der überwiegend als Lößlehm bzw. Löß eingestuft wird.

In den Profilen (RKS8, RKS9, RKS17 und RKS18) ist der sandige Schluff braun bis graubraun gefärbt und kann hier auch als sog. Auelehm der Mümling eingestuft werden. Die Zusammensetzung und die bodenmechanischen Eigenschaften entsprechen jedoch denen des Lößlehmes.

Die Konsistenz des Lehmes der Schicht 3 wurde im Gelände als weich bis steif bestimmt. In den Laborversuchen (siehe Kapitel 4.2) wurde auch weiche bis breiige Konsistenz ermittelt.

#### Schicht 4 – Sand und Kies:

In den Bohrungen RKS8, RKS15 bis RKS18 wurde die Schicht 4 angetroffen. Es liegen hier die fluviatilen Sande und Kiese der Mümling vor.

Die Zusammensetzung der Schicht reichte von schwach sandigen bis sandigen Kiesen (RKS8, RKS15, RKS16) bis zu Sand-Kies-Gemischen (RKS17, RKS18), die graubraune bis hellbraune Farbtöne aufweisen.

In den Profilen RKS8 und RKS9 waren die Sande wassergesättigt.

#### Schicht 5 – Ton/Torf:

In der Bohrung RKS18 wurde, innerhalb der Schicht 4, eine Ton/Torflinse erbohrt. Im Profilbereich von 4,3 m bis 5,1 m unter Gelände liegt dunkelgrauer bis schwarzer, stark humoser Ton/Torf vor, der wassergesättigt war. Die Konsistenz der Schicht wurde im Gelände als weich-steif ermittelt. Auffallend ist der hohe Wassergehalt im Torf (siehe Kapitel 4.3) der fast 120 % betrug.

#### Schicht 6 – Sandstein:

Im nördlichen Teil des Gewerbegebietes (RKS1, RKS11, RKS12 und RKS15) werden die Sandsteine der Schicht 6 erbohrt.

Es handelt sich um verwitterten bis zersetzten Sandstein, der als schwach schluffiger Sand und Kies vorliegt. Die Farbe des Gesteins ist rotbraun bis rot. In den Bohrungen RKS11 und RKS12 wurde nach einer Eindringtiefe in den Sandstein von < 1,0 m ein zu hoher Bohrwiderstand ermittelt. Hier ist der Übergang zum kompakten, wenig verwitterten Sandstein zu erwarten.

Beide Bohrungen mussten im kompakten Sandstein in Tiefen von 4,6 m bis 6,0 m unter Gelände eingestellt werden.

### **4.1. Lagerungsdichte**

In der Tragschicht (Schicht 2) wurden vergleichsweise hohe Schlagzahlen ermittelt, die mitteldichter bis dichter Lagerung entsprechen.

Der Mutterboden (Schicht 1) und der Löß-/Auelehm weisen geringe Lagerungsdichten auf, die der weichen bis steifen Konsistenz des Schluffes entsprechen. Hier wurden Schlagzahlen für lockere bis sehr lockere Lagerung ermittelt.

In den Sanden und Kiesen der Schicht 5 wurden Schlagzahlen von ca. 5 bis 20 ermittelt. Die Sande und Kiese sind somit mitteldicht bis dicht gelagert. Bereichsweise (DPH8/RKS16) liegt auch sehr dichte Lagerung vor. Im Profil DPH8 wurden ab ca. 2,8 m unter Gelände Schlagzahlen von 40 ermittelt. Die Rammsondierung musste daraufhin in der Schicht 4 eingestellt werden.

In den Sandsteinen (Schicht 6) wird überwiegend mitteldichte Lagerung (Schlagzahlen 5-10) angetroffen. Bereiche mit lockerer Lagerung (DPH1, 5,1-5,6 m) sind selten und können auf unterschiedliche Verwitterungsgrade im Sandstein zurückgeführt werden. Im Profil DPH1 zeigt der Sandstein bei ca. 4,5 m und 6,5 m Tiefe Werte für dichte Lagerung, die auf kompakten, wenig verwitterten Sandstein hinweisen.

## **4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse**

Die erbohrten Sedimente und Böden zeigten in den Bohrprofilen RKS5/RKS16 und RKS8-RKS10 und RKS17/RKS18 Vernässungszonen und einen messbaren Grundwasserspiegel. Im nördlichen Bereich (RKS5) liegt ein Schichtwasserhorizont in den Schluffen der Schicht 3 vor. Die Schichtbereiche des Lehmes mit einer Sickerwasserführung sind selten und es ist von einer gering ergebnigen Wasserführung auszugehen.

In den übrigen Bohrungen wurden die wassergesättigten Sande und Kiese der Schicht 4 angebohrt. Hier zeigte sich in den Profilen RKS8, RKS9 und RKS16 eine sog. „gespannter“ Grundwasserspiegel. Durch die Überlagerung der gut durchlässigen Sande mit weniger durchlässigen Schluffen, steht das Grundwasser unter Druck. Die Druckhöhe lag ca. 0,90 m bis 0,60 m über dem Grundwasserspiegel.

Der angetroffene Wasser- oder Druckspiegel lag im Norden bei ca. 136 m ü. NN (RKS5) und fällt nach Süden bis auf ca. 129,6 m (RKS17) Meter ü. NN ab.

Die Schicht 4 (Sand, Kies) ist im Untersuchungsgebiet als Hauptgrundwasserleiter einzustufen.

Das Grundwasser bzw. der Druckspiegel des Grundwassers liegt zwischen ca. 1,5 m (RKS9) bis ca. 5,6 m unter der Geländeoberfläche und kann somit reichsweise bis in die Kanalsohle reichen (siehe auch Baugrundschnitt, Anlage 2).

### 4.3. Ergebnisse der Laborversuche

Von den entnommenen Rückstellproben wurden an 16 repräsentativen Bodenproben aus der Schicht 3 (Schluff) und Schicht 4 (Sand-Kies) Laborversuche ausgeführt. Es wurden die Konsistenzgrenzen nach Atterberg (DIN 18122) an drei Proben aus der Schicht 3 ermittelt. An zwei Proben aus Schicht 4 und einer Probe aus Schicht 3 wurde die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 ermittelt.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den folgenden Tabelle 1 und 2 dargestellt.

Die Anlage 4 enthält die vollständigen Ergebnisse der Laborversuche mit graphischer Darstellung.

Tabelle 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122, Schicht 3

Probe	Bodenart	Bodenart n. DIN 18196	Konsistenz
RKS3/2-3 m	Lößlehm	TL	weich-breiiig
RKS10/0,8-4 m	Lößlehm	TL	weich-breiiig
RKS15/0,3-3,0 m	Lößlehm	TL	weich

Bei der Ermittlung der Konsistenzen im Labor wurde weiche bis breiige Konsistenz in der Schicht 3 ermittelt.

Tabelle 2: Korngrößenbestimmung n. DIN 18123 – Schicht 3 und 4

Probe	Bodenart	Bodenart n. DIN 18196	Ungleichförmigkeitsgrad
RKS8/2,5-4 m	Kies, schwach sandig (Schicht 4)	GW	46,7
RKS15-16/2,2-5 m	Kies, sandig (Schicht 4)	GW	61,5
RKS11-12/0,2-2 m	Schluff, tonig - Lößlehm (Schicht 3)	UL/TL	--

Die Sande der Schicht 4 wurden als weitgestufte Kiese der Bodenart GW nach DIN 18196 ermittelt.

Der Lößlehm der Schicht 3 ist als leichtplastischer Schluff der Bodenart UL/TL nach DIN 18196 einzustufen.

Die Wassergehalte gemäß DIN 18121 sind in der Anlage 4 einsehbar. In den Schluffen der Schicht 3 wurden Wassergehalte von ca. 10 bis 20 % ermittelt, die den natürlichen Bodenverhältnissen und der überwiegend weichen Konsistenz der Schluffe entsprechen.

In den Proben aus der Schicht 5 (Ton/Torf) wurden mit 54,8% und 119,8 % sehr hohe Wassergehalte ermittelt, die auf den hohen Anteil an organischer Substanz in der Schicht zurückzuführen sind.

#### 4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030

Auf eine labortechnische Untersuchung von Boden und Grundwasser auf betonaggressive Stoffe wurde verzichtet.

Erfahrungsgemäß sind die Böden der Schicht 3 (Lößlehm), Schicht 4 (Sand, Kies) und Schicht 6 (Sandstein) in der die Kanäle liegen können, als nicht betonaggressiv einzustufen. Es ist davon auszugehen dass der untersuchte Boden der Expositionsklasse XA1 nach DIN 4030 zuzuordnen und als nicht betonangreifend zu bewerten ist.

Maßnahmen zum Schutz des Betons gegen betonaggressiven Boden sind anhand unserer Erfahrungswerte nicht erforderlich.

Lediglich die Schicht 5 (Ton/Torf) kann betonaggressive Inhaltstoffe enthalten. Sollten die Kanäle in dieser Schicht zu liegen kommen, wird vor Baubeginn eine Analyse auf betonaggressive Stoffe empfohlen.

## **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 3 die Bodenrechenwerte für die erbohrten Bodenarten angegeben.

Tabelle 3: Bodenkennwerte

Bodenart	Mutterboden (Schicht 1)	Tragschicht /Auffüllung (Schicht 2)	Schluff / Löß- u. Auelehm (Schicht 3)
<b>Hauptgemengteil</b>	Humus	Sand, Kies	Schluff
<b>Beimengungen</b>	Schluff, Sand	Ziegel-, Sandstein-, Kalkschotter, Schlacke, Schluff	Feinsand, Ton
<b>Farbe</b>	dunkelbraun	graubraun, rot- braun, schwarz	hellbraun, ocker, graubraun
<b>Lagerungsdichte</b>	locker –sehr locker	mitteldicht-dicht	--
<b>Konsistenz</b>	--	--	überwiegend weich
<b>Wassergehalt</b>	bodenfeucht	bodenfeucht	bodenfeucht
<b>Wichte <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>] n. DIN 1055</b>	ca. 14,0	ca. 18,0 - 21,0	ca. 19,0 – 21,0
<b>Wichte <math>\gamma'</math> [kN/m<sup>3</sup>] n. DIN 1055</b>	ca. 4,0	ca. 8,0 – 12,0	ca. 9,0 – 11,0
<b>Bodenklasse n. DIN 18196</b>	OH	SW-GW, SU, SX	UL/TL
<b>Bodenklasse n. DIN 18300</b>	1	3, 4 (5)	4
<b>Reibungswinkel <math>\varphi'</math> n. DIN 1055</b>	ca. 20°	ca. 32° - 34°	ca. 25,0°- 27,5°
<b>Kohäsion <math>c'</math> [kN/m<sup>2</sup>] n. DIN 1055</b>	0,0	0,0	0,0 – 2,0
<b>Frostklasse n. ZTVE-StB 09</b>	V3	F2 – F3	F3
<b>Verdichtungs- klasse ZTVE-StB 09</b>	F3	V2 – V3	V3
<b>Steifemodul <math>E_s</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	ca. 500	ca. 30.000 – 50.000	ca. 4.000 – 8.000

Fortsetzung Tabelle 3: Bodenkennwerte

Bodenart	Sand / Kies (Schicht 4)	Ton/Torf (Schicht 5)	Sandstein (Schicht 6)
Hauptgemengteil	Kies, Sand	Ton, Torf	Sandstein, zersetzt bis kompakt
Beimengungen	--	Schluff	sandig-kiesig, schwach schluffig
Farbe	graubraun, ocker	dunkelgrau-schwarz	rotbraun, rot
Lagerungsdichte	überwiegend mit-teldicht - dicht	--	überwiegend mit-teldicht - dicht
Konsistenz	--	weich-steif	--
Wassergehalt	wassergesättigt	wassergesättigt	bodenfeucht
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] n. DIN 1055	ca. 21,0 – 23,0	ca. 12,0 – 14,0	ca. 21,0 – 24,0
Wichte $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ] n. DIN 1055	ca. 11,0 – 13,0	ca. 2,0 – 4,0	ca. 11,0 – 14,0
Bodenklasse n. DIN 18196	GW	OT/HN-HZ	Zv, Z (SW-SU)
Bodenklasse n. DIN 18300	3 (5)	1	6-7 (3-4)
Reibungswinkel $\phi'$ n. DIN 1055	ca. 32,5° bis 34,0°	ca. 15°- 20°	ca. 33,0° bis 36,0°
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ] n. DIN 1055	0,0	0,0	0,0
Frostklasse n. ZTVE-StB 17	F1-F2	F3	F1-F2
Verdichtungs-kategorie ZTVE-StB 17	V1-V2	V3	V1-V2
Steifemodul $E_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	ca. 80.000 – 120.000	ca. 500	ca. 60.000 – > 120.000

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

### 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 vier Homogenbereiche.

Tabelle 4: Homogenbereiche n. DIN 18300 – 2015

Homogenbereich	Bodenschicht	Beschreibung
<b>A</b>	Mutterboden und organogene Böden	Mutterboden, sehr locker, Schicht 1; organogener Ton/Torf, weich-steif, Schicht 5
<b>B</b>	Auffüllung und Tragschicht, Sand/Kies	Sand, Kies, Schluff, Bauschuttanteile, mitteldicht – dicht gelagert, Schicht 2; Sand-Kies, mitteldicht – dicht gelagert, Schicht 4
<b>C</b>	Schluff / Löß- und Auelehm	Schluff, sandig, tonig, weich- steif, Schicht 3
<b>D</b>	Sandstein	Sandstein, verwittert bis kompakt, sand-kiesig, schwach schluffig, mitteldicht – sehr dicht gelagert, Schicht 6

Die Asphaltdecke wurde aus der obigen Tabelle ausgeklammert, da hier sowohl beim Aufnehmen als auch bei der weiteren Behandlung und Verwertung besondere Maßnahmen erforderlich sind. Wir empfehlen diese Massen im LV separat zu behandeln.

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**

Im Untersuchungsbereich wird neben dem Straßenneubau auch ein Entwässerungskanal verlegt. Die geplante Verlegetiefe liegt nach Angabe des Planers bei ca. 2-3 m unterhalb des vorhandenen Geländes.

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

Anhand der Untersuchungsergebnisse der Bohrungen liegt die geplante Kanalsohle weitgehend in der Schicht 3 (Löß-/Auelehm) mit überwiegend weicher bis steifer Konsistenz. Bereichsweise können auch Zonen mit weicher bis breiiger Konsistenz vorkommen.

Ganz im Süden des Gebietes (RKS8, RKS9, RKS16) kann die Kanalsohle auch in der Schicht 4 (Sand/Kies) liegen, die hier bereits wassergesättigt ist (siehe auch Baugrundschnitt 2).

Insgesamt ergibt sich für die Kanalstrecke eine weitgehend homogene Zusammensetzung des Bodens in der Kanalsohle. Zusatzmaßnahmen zur Bettung der Kanäle sind zu erwarten.

### **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 0,10 m ausreichend. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn die Böden in mindestens steifer Konsistenz vorliegen oder der Kanal in der Schicht 4 liegt.

Da die Schluffe (Schicht 3) auch mit weicher Konsistenz auftreten können, wird empfohlen eine zusätzliche Lage des Bettungsmaterials von ca. 0,10-0,20 m Mächtigkeit einzubringen. Unter Umständen kann auch das Einbringen von Grobschotter (Körnung z.B. 100-200 mm) in den weichen Boden zur Stabilisierung der Rohrsohle nötig werden.

Auf den weichen Böden sollte zusätzlich ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK3 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.

Bei einer Durchfeuchtung der Kanalsohle geht der Lößlehm schnell in sehr weiche bis breiige Konsistenz über, so dass auf einen ausreichenden Schutz der Kanalsohle vor Feuchtigkeit zu achten ist. In den wassergesättigten Sanden der Schicht 4 ist eine Absenkung des Wasserspiegels vor dem Einbau der Kanäle notwendig (siehe Kapitel 6.4).

Vor dem Einbau der o.g. Bettungsschicht und des Kanalrohres ist eine sorgfältige Nachverdichtung der Aushubsohle zu empfehlen, die in den Schluffen jedoch nur statisch erfolgen kann. Der Boden der Schicht 3 neigt bei zu starker dynamischer Beanspruchung zur Verbreiung. In der Schicht 4 ist eine dynamische Verdichtung möglich.

Als Material der Rohrbettung in der Schicht 3 und 4 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 09 zur Verfüllung von Leitungsgräben im Straßenbereich bis mindestens 0,30 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 Verdichtungsklasse V1 oder V2 gemäß ZTVE-StB 09. 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. 0,30 m einzubauen und gemäß ZTVE-StB 09 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 ( $E_{\text{dyn}} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ ) nachgewiesen werden.

Der anfallende Bodenaushub aus der Schicht 3 ist der Verdichtungs-kategorie V3 zuzuordnen und kann ohne eine Aufbereitung z.B. mit Bindemitteln (Kalk oder Mischbindemittel Kalk/Zement) nicht zum Wiederverfüllen in den Kanalgraben verwendet werden.

Die Auffüllung der Schicht 2 und die Sande aus Schicht 4 sind der Verdichtungs-kategorie V1-V2 zuzuordnen. Eine Rückverfüllung der sandig-kiesigen Auffüllungen ist somit denkbar, soweit der geplante Ablauf des Kanalbaues eine chargenweise Rückverfüllung des ausgehobenen Bodens zulässt und keine erhöhten Schadstoffgehalte im Boden vorliegen. Bei zu geringen Längen der Bauabschnitte ist eine Rückverfüllung oft nicht wirtschaftlich möglich (Zwischenlagerung, An-Abtransport, etc.). Die Sande aus Schicht 4 können nur wieder eingebaut werden, wenn sie nicht wassergesättigt sind.

Es ist zu empfehlen, dass eine Überprüfung der zur Rückverfüllung geplanten Chargen durch den Verfasser erfolgt. Unter Umständen ist vor Ort eine Separation der für die Verfüllung geeigneten Bodenmassen vorzunehmen.

Grundsätzlich gilt, dass die Böden der Schicht 2 und 4 nur bei einem optimalen Wassergehalt eingebaut und verdichtet werden kann. Bei zu hohem Wassergehalt sind diese Böden nur schwer einbaufähig. Die zur Wiederverwendung geplanten Chargen sollten daher gegen Witterungseinflüsse geschützt und z.B. mit Folie abgedeckt werden.

Es ist anhand der Bohrerergebnisse aber davon auszugehen, dass nur sehr wenig Material zur Rückverfüllung aus den Schichten 2 und 4 anfällt.

### **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 im Schluff der Schicht 3 abgesetzt werden. Alternativ kann die Aushubsohle auch mit einer Schicht aus Magerbeton gleicher Schichtdicke ausgeglichen werden. In der Schicht 4 kann ggf., bei geeignetem Wassergehalt und Kornzusammensetzung, auf eine Bettungsschicht verzichtet werden.

Auch hier gelten die o.g. Mindestanforderungen an die Konsistenz und die Lagerungsdichte der Böden. Ein Bodenaustausch und eine verstärkte Bettungsschicht können in der Schicht 3 notwendig werden und sollten analog zu den Empfehlungen aus Kapitel 6.1. ausgeführt werden. Die ggf. erforderliche Mächtigkeit der Austauschschicht ist im Einzelfall vom Verfasser festzulegen.

Die Aushubsohle in Schicht 3 sollte vor dem Einbau der Schächte statisch nachverdichtet werden. In der Schicht 4 kann dynamisch verdichtet werden. Es gelten hier die gleichen Anforderungen und Hinweise, wie im Kapitel 6.1. dargestellt.

### **6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung**

Die Kanaltrasse verläuft nur teilweise innerhalb der Bebauung, so dass hier die Anlage eines geböschten Kanalgrabens nicht möglich ist. Im Westen und Süden des Untersuchungsgebietes kann der Kanalgraben ggf. auch ohne Verbau ausgeführt werden.

Bei freien Grabenböschungen sollte gemäß DIN 4124 in den Schichten 1 bis 3 ein Böschungswinkel von  $45^\circ$  nicht überschritten werden.

Wir empfehlen bei verbauten Gräben oberhalb des Grundwassers 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 innerhalb der Schicht 3 weitgehend 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 im Löß- und Auelehm ist 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.

Im Süden des Gewerbegebietes (RKS16, RKS8 und RKS9) ist die Ausführung eines wasserdichten Verbaus und eine innenliegende Grundwasserabsenkung notwendig. Die Kanalsohle liegt hier voraussichtlich bereits im Grundwasserschwankungsbereich.

Wir empfehlen hier den Einsatz eines wasserdichten Verbaus mittels Spundwand. Der Verbau mittels Spundwand wird vornehmlich im Süden (RKS8-RKS10) notwendig. Im Bereich von RKS5 liegt die Kanalsohle noch geringfügig über dem gemessenen Wasserspiegel. Aber auch hier können, bei steigenden Grundwasserständen z.B. nach regenreichen Perioden, eine Wasserhaltung und ein wasserdichter Verbau nötig werden.

## **7. Gründungsempfehlungen Wasserleitung**

Im untersuchten Bereich wird ebenfalls eine neue Wasserleitung verlegt. Die Verlegetiefe beträgt ca. 1,80 m unter Gelände. Die Verlegung der Leitung erfolgt voraussichtlich in offener Bauweise. Die Wasserleitung liegt immer in der Schicht 3, die als Auflager der Leitung geeignet ist.

Aus Sicht des Verfassers kann die Leitung gemäß den Vorgaben des Merkblattes der DVGW W 400-2 gegründet werden. Als Auflager ist eine Bettungsschicht von mindestens 0,10 m (Rohre  $\leq$  DN 250) Mächtigkeit aus ausreichend verdichtbarem Material auszubilden. Hier kann z.B. für PE- und PVC-Rohre Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0-22 mm oder Brechsand-Splitt-Gemisch 0-11

mm verwendet werden. Die Verwendung des Bettungsmaterials ist abhängig vom Rohrmaterial. Grundsätzlich ist der Anhang G des DVGW-Merkblattes W 400-2 für die Auswahl des Bettungs- und Verfüllmaterials zu beachten. Das Bettungs- und Verfüllmaterial in der Leitungszone darf keine Steine >63 mm enthalten.

Die Abstände zu Bauwerken, Kabeln und anderen Rohrleitungen sind nach Abschnitt 7.6 des Merkblattes einzuhalten (Regelabstand > 0,4 m). Die Abstände gelten für die Außenwandung der Rohrleitungen.

Bezüglich des Verbaus des Leitungsgrabens gelten die gleichen Anforderungen und Vorgaben wie sie im Kapitel 6.4. für den Kanalbau beschrieben wurden. Allerdings wird hier kein wasserdichter Verbau nötig.

Lediglich Leitungsgräben bis zu einer Tiefe von 1,25 m können gemäß DIN 4124 ohne senkrechten Verbau ausgeführt werden.

## **8. Gründungsempfehlungen Straßenbau**

Unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung der Straßen als Gewerbestraße ist von einem relevantem Schwerverkehrsanteil auszugehen. Aus Sicht des Verfassers entspricht der Ansatz der Verkehrsbelastung daher einer Gewerbestraße gemäß Tabelle 2 der RStO 12, so dass für den Straßenbau die Belastungsklasse Bk3,2 nach RStO 12 für den Straßenausbau empfohlen wird.

Unter Berücksichtigung des angetroffenen Untergrundes (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und der Lage des Untersuchungsgebietes ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenoberbaus von ca. 0,60 m.

Gemäß Tafel 1 der RStO 12 (Bauweise mit Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht, Zeile 1) beträgt die Gesamtmächtigkeit des Straßenaufbaus (Asphaltdecke, Asphalttragschicht und Frostschuttschicht) für die Belastungsklasse Bk 3,2 dann ca. 0,65 m, mit einer Mächtigkeit der Frostschuttschicht von mindestens 0,43 m.

Der angetroffene Unterbau (Tragschicht) der Bestandsstraßen zeigte bereichsweise (RKS3) eine sinnvolle Zusammensetzung der Tragschicht, so dass die Anforderungen an die Zusammensetzung der Tragschicht erfüllt werden. Eine

Verwendung des angetroffenen Tragschichtmaterials für die neue Straße ist demnach aus Sicht des Verfassers z.T. möglich.

In den übrigen Bereichen ist eine neue Tragschicht erforderlich. Für den Aufbau der neuen Tragschicht empfehlen wir den Einsatz von geprüftem und frostsicherem Material gemäß TL SoB-StB aus gebrochener Körnung (z.B. Schotter oder Recyclingmaterial; 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 Frostschuttschicht) 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 Frostschuttschicht direkt auf dem anstehenden Boden der Schicht 3 angeordnet werden.

Sollten die o.g. Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum nicht erreicht werden sind zur Verbesserung der Tragfähigkeit zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Dies kann in Zonen mit weicher Konsistenz der Schicht 3 der Fall sein.

Folgende Zusatzmaßnahmen werden empfohlen:

Zunächst ist der Boden um ca. 0,10 m tiefer auszukoffern. Anschließend ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK3 und eine zusätzliche Schicht, von ca. 0,10 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 Frostschuttschicht ist in Lagen von bis zu 0,20 m Mächtigkeit einzubauen und mittels geeignetem Verdichtungsgerät ( $> 6 \text{ MP}$ ) kreuzweise in mindestens drei Übergängen zu verdichten.

Alternativ kann eine Bodenverfestigung des nicht tragfähigen Planums ( $d = 0,20 \text{ m}$ ) sowie der untersten Tragschicht ( $d = 0,20 \text{ m}$ ) mittels Mischbinder erfolgen. Mit der Ausführung einer mit Bindemittel verbesserten Schicht in einer Stärke von 0,40 m, verringert sich die Mächtigkeit der Frostschuttschicht aus gebrochener Körnung auf ca. 0,23 m. Im Fall der angetroffenen Bodenzusammensetzung der Schicht 3 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 3 bei ca. 4-5 %. Dies entspricht einer Menge an Bindemittel von ca. 20-25 kg/m<sup>2</sup> bei der genannten Schichtdicke von 0,40 m. Das Bindemittel ist in den anstehenden Boden mittels Fräse einzubauen und anschließend mittels Schaf Fuß- und Glattwalze ausreichend zu verdichten.

Auf dem Abschlußplanum (= Oberkante Tragschicht) ist gemäß RStO 12 ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 120 \text{ MN/m}^2$  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.

## **9. Einfluss der Baumaßnahme auf benachbarte Gebäude**

Aufgrund des Verlaufes der Kanaltrasse teilweise innerhalb der Bebauung (Bereich RKS3, RKS6 im Westen des Gebietes) 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 ( $< 1 \text{ cm}$ ) 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. Schwingungen aus Rammarbeiten (z.B. Spundwandverbau) sind im vorliegenden Fall nicht zu erwarten, da ein eingestellter Verbau (siehe Kapitel 6.4) realisiert wird.

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 betroffenen Bereich vorhandenen Böden der Schicht 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 Geschosdecken, 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.

## **10. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA**

Zur chemisch-analytischen Untersuchung des Bodenaushubs wurden vom Verfasser aus Untersuchungsbereich drei repräsentative Mischproben aus der Schicht 3 (Lößlehm) entnommen. Die Proben wurden mit "GG/Möm/B1" bis "GG/Möm/B3" bezeichnet. Die Schicht 3 wurde für die Beprobung ausgewählt, da hier der hauptsächliche Anteil an Bodenaushub zu erwarten ist.

Die Probenahmetiefen und die Zuordnung zu den Schichten sind dem Probe-nahmeprotokoll der Anlage 3 und der folgenden Tabelle 5 zu entnehmen.

In Zusammenarbeit mit der Eurofins Umwelt West GmbH, Labor Mannheim 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 aus dem Kanalbau- und Straßenbereich.

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 Bayern“) 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 5 sind die Ergebnisse und die Einstufung nach LAGA und Leitfaden Bayern dargestellt.

Tabelle 5: Auffüllungsproben, beprobte Bereiche und Einstufung  
LAGA / Leitfaden Bayern (einstufungsrelevante Parameter)

GG/Möm/ ...	Bohrungen	Tiefenbereich	Beprobte Bodenart	Einstufung LAGA / Leitfaden
B1	RKS1	0,9 – 3,1 m	Schluff / Lehm (Schicht 3)	<b>Z0 / Z0 (Lehm-Schluff)</b>
	RKS2	1,0 – 4,0 m		
	RKS3	0,7 – 4,0 m		
B2	RKS4	0,3 – 4,0 m	Schluff / Lehm (Schicht 3)	<b>Z0 / Z0 (Lehm-Schluff)</b>
	RKS6	0,5 – 1,9 m		
	RKS7	0,1 – 4,0 m		
B3	RKS8	0,4 – 2,5 m	Schluff / Lehm (Schicht 3)	<b>Z1.1 / Z1.1 (Zink, Feststoff)</b>
	RKS9	0,4 – 2,4 m		
	RKS10	0,8 – 4,0 m		

Der Lehm (Schluff, Schicht 3) aus den Proben B1 und B2 ist nach dem **Leitfaden Bayern als Z0 (Bodenart Lehm/Schluff)** einzustufen. Auch nach der **LAGA-Boden ist der Lehm als Z0** zu bewerten.

In der Probe B3 wurde ein erhöhter Zinkwert im Feststoff (167 mg/kg) ermittelt, der **zu einer Einstufung Z1.1** nach dem **Leitfaden Bayern und der LAGA** führt. Bei der Verwertung ist für dieses Material eine Ablagerung mindestens 1,0 m oberhalb des höchsten Grundwasserstandes zu beachten. Weitere Einschränkungen ergeben sich sonst nicht.

Anhand der Analyseergebnisse ist eine uneingeschränkte (Proben B1 und B2) Verwertung bzw. eine Verwertung oberhalb des Grundwassers der Schicht 3 möglich.

Eine Verwertung in den umliegenden Rekultivierungsgebieten ist möglich. Die anfallende Menge an Bodenaushub ist noch vom Planer oder der ausführenden Firma anzugeben. Vorab können, auf Grundlage der ausgeführten Analytik, ca. 1.500 m<sup>3</sup> Bodenaushub (lose Masse) verwertet werden. Sollte diese Menge überschritten werden sind ggf. weitere Analysen von Haufwerken des Bodenaushubs gemäß LAGA-PN 98 anzufertigen. Der Verfasser bittet hierzu rechtzeitig um Rücksprache.

Da erfahrungsgemäß die Zusammensetzung von Bodenaushub bei Straßen- und Kanalbaumaßnahmen variieren kann, empfehlen wir den überschüssigen Bodenaushub vor der Verwertung Haufwerks bezogen, gemäß LAGA PN 98, erneut zu beproben und zu analysieren.

Wir weisen vorsorglich daraufhin, dass die Verwertung von Böden oder Auffüllungen, auch wenn sie der Einbauklasse Z0/Z1.1 entsprechen, in den Rekultivierungsgebieten nur möglich ist, wenn der Boden frei von Fremdbestandteilen (z.B. Bauschutt, etc.) ist.

Soweit möglich wurde der Bodenaushub mit den o.g. untersuchten Proben repräsentativ erfasst. Aufgrund des großen Abstandes der Bohrpunkte und bedingt durch Inhomogenität im Bodenaufbau, können auch andere Bodenarten oder Auffüllungen, als die erbohrten, auftreten. Diese sind dann im Rahmen der Baumaßnahme ggf. gesondert zu beproben und gemäß LAGA zu analysieren.

Es ist anzumerken, dass die vorliegende Untersuchung eine orientierende Vorabdeklaration darstellt, die im Vergleich zu einer Haufwerks bezogenen Beprobung des Bodenaushubes nach LAGA PN 98 abweichende Ergebnisse ergeben kann. Des Weiteren können, je nach Anforderung des jeweiligen Verwerter, 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.

## **11. Allgemeine Hinweise zur Gründung von Bauwerken**

Im Folgenden werden allgemeine Empfehlungen zur Gründung von Gewerbebauten auf untersuchten Gelände dargestellt:

Wir gehen im Allgemeinen von Flachgründungen (z.B. Gewerbehallen, etc.) aus, die keine Unterkellerung aufweisen.

Es ist somit im Wesentlichen von einer Gründung im Lehm der Schicht 3 auszugehen, der als mäßig tragfähig und setzungsempfindlich einzustufen ist. Eine Gründung ist dennoch möglich, wenn die Bodenpressungen nicht zu hoch liegen.

Für flachgegründete Fundamente im Lehm (Schicht 3) sollten maximale Sohl-druckwiderstände ( $\delta_{R,d}$ ) von ca. 280 kN/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden. Die zu-lässigen Bodenpressungen ( $\delta_{E,k}$ ) im Sinne der alten DIN 1054 betragen ca. 200 kN/m<sup>2</sup>. Mit diesen Pressungen sind Setzungen unterhalb von ca. 2,0 cm zu er-warten. Sollten höhere Pressungen nötig werden, ist der Lehm ggf. mittels Bin-demittel zu verfestigen.

Grundsätzlich sollten die o.g. Angaben zu zulässigen Bodenpressungen und Setzungen als allgemeine Angaben betrachtet werden, die im Fall von konkre-ten Bauvorhaben erneut auszuführen und an die aktuellen Verhältnisse anzupas-sen sind. Ggf. kann auch eine Gründung von Gebäuden mittels Bodenplatte sinnvoll sein.

Für die Beurteilung von konkreten Bauvorhaben ist der Verfasser erneut zu kontaktieren.

#### Baugruben und Böschungen:

Im Folgenden werden die möglichen Neigungswinkel gemäß DIN 4124 für die unterschiedlichen Bodenarten angegeben. Bis zu einer Tiefe von 1,25 m können senkrechte Böschungen ausgeführt werden.

In den angetroffenen Schichten sind folgende Böschungswinkel nach DIN 4124 einzuhalten:

- |  |         |
|--|---------|
| - Schicht 2 (Auffüllung):                      | 45 °    |
| - Schicht 3 (Lehm):                            | 45 °    |
| - Schicht 4 (Sand-Kies):                       | 45°     |
| - Schicht 6 (Sandstein), verwittert – kompakt: | 55°-70° |

## 12. Versickerungsfähigkeit der Böden

Aus den Bohrergebnissen und den Laborversuchen wurden die Bodenschichten in Bezug auf ihre Fähigkeit zur Versickerung von Oberflächenwasser bewertet.

Der Löß- und Auelehm der Schicht 3 weist Durchlässigkeiten von ca.  $1 \times 10^{-7}$  m/s bis  $1 \times 10^{-9}$  m/s auf.

Diese Werte liegen deutlich über der Grenze der Versickerungsfähigkeit, die mit ca.  $5,0 \times 10^{-6}$  m/s angesetzt wird.

Der Sandstein (Schicht 6) ist ebenfalls als Grundwasserstauer einzustufen. Erfahrungsgemäß sind für Gesteine und Böden dieser Zusammensetzung K-Werte  $< 1 \times 10^{-7}$  m/s anzusetzen. Eine Versickerung von Niederschlagswasser findet auch im Sandstein nicht oder nur mit erheblicher zeitlicher Verzögerung statt.

Grundsätzlich als versickerungsfähig zu bewerten ist der Sand aus Schicht 4. Hier wurden aus den Laborversuchen Durchlässigkeiten von ca.  $1,7 \times 10^{-4}$  m/s und  $5,3 \times 10^{-4}$  m/s ermittelt, die als ausreichend für eine Versickerung einzustufen sind. Die Sande aus Schicht 4 sind jedoch immer grundwasserführend. Zum Teil liegen sogar gespannte Grundwasserverhältnisse vor, so dass eine Versickerung auch in Schicht 4 nicht möglich ist. Grundsätzlich müssen Versickerungsanlagen mit der Sohle immer mindestens 1,0 m über dem Grundwasser liegen.

Grundsätzlich ist eine Versickerung von Oberflächenwasser auf dem Gelände, anhand der bisherigen Untersuchungsergebnisse, nicht möglich.

## 13. Schlussbemerkungen

Das Gutachten wurde anhand der Baugrunderkundung vom 28.07. bis 15.11.2021, der Laborversuche und der bisherigen Analyseergebnisse 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 21.12.2021

Institut für Angewandte Geologie  
und Umwelttechnik  
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH  
Am Trüb 15  
63762 Großostheim  
Tel. 09392 40750-10

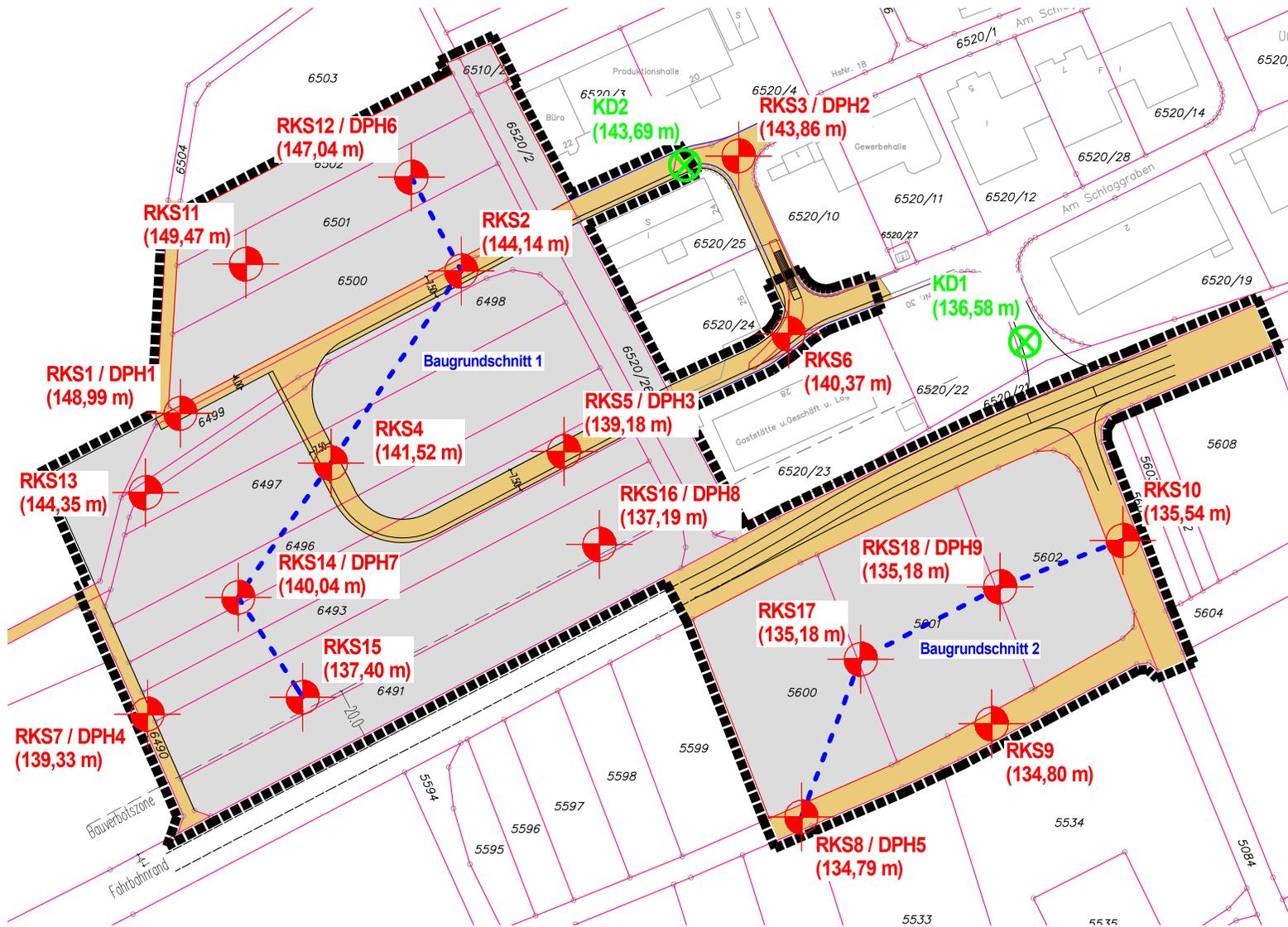
Geschäftsführung A. Brehm

Institut für Angewandte Geologie  
und Umwelttechnik  
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH  
Am Trüb 15  
63762 Großostheim  
Tel. 09392 40750-10

Dipl. Geol. U. Kähler

# **ANLAGE 1**

**Lageskizze mit Bohransatzpunkten**



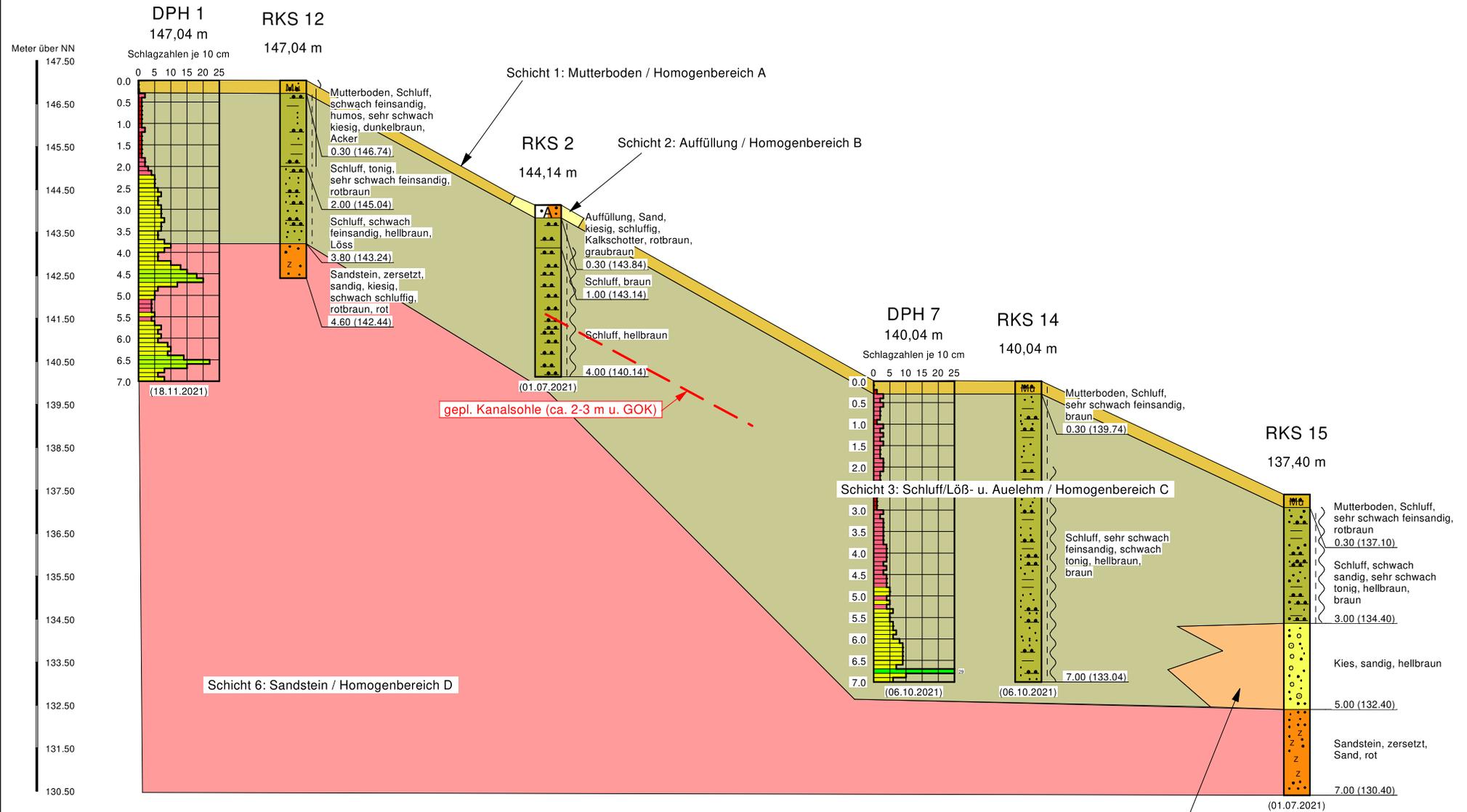
**Legende:**

-  RKS1-RKS18: Sondierbohrungen, Durchmesser 60/34 mm
-  schwere Rammsondierung (DPH1-DPH9)
-  Kanaldeckel
-  Baugrundschnitte

Maßnahme	Erschließung des Gewerbegebietes "Hainbuche" 63853 Mömlingen	Anlage	1
Planinhalt	Lage der Bohransatzpunkte	Maßstab	1 : 2000 (bei DIN A4)
Bearbeiter	M. Sc. T. Syla/Dipl.-Geol. U. Kähler	Projektnr.	2119706
Bauherr	Gemeinde Mömlingen Hauptstraße 70, 63853 Mömlingen	File	Lageplan_2119706.pdf
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE UND UMWELTANALYTIK <b>BREHM</b>			Datum
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Am Trieb 15, 63762 Großostheim FON 06026/9733-0, FAX 06026/9733-18 Email: info@institut-brehm.de			20.12.2021

## **ANLAGE 2**

**Baugrundschnitte mit  
Bohr- und Rammprofilen**



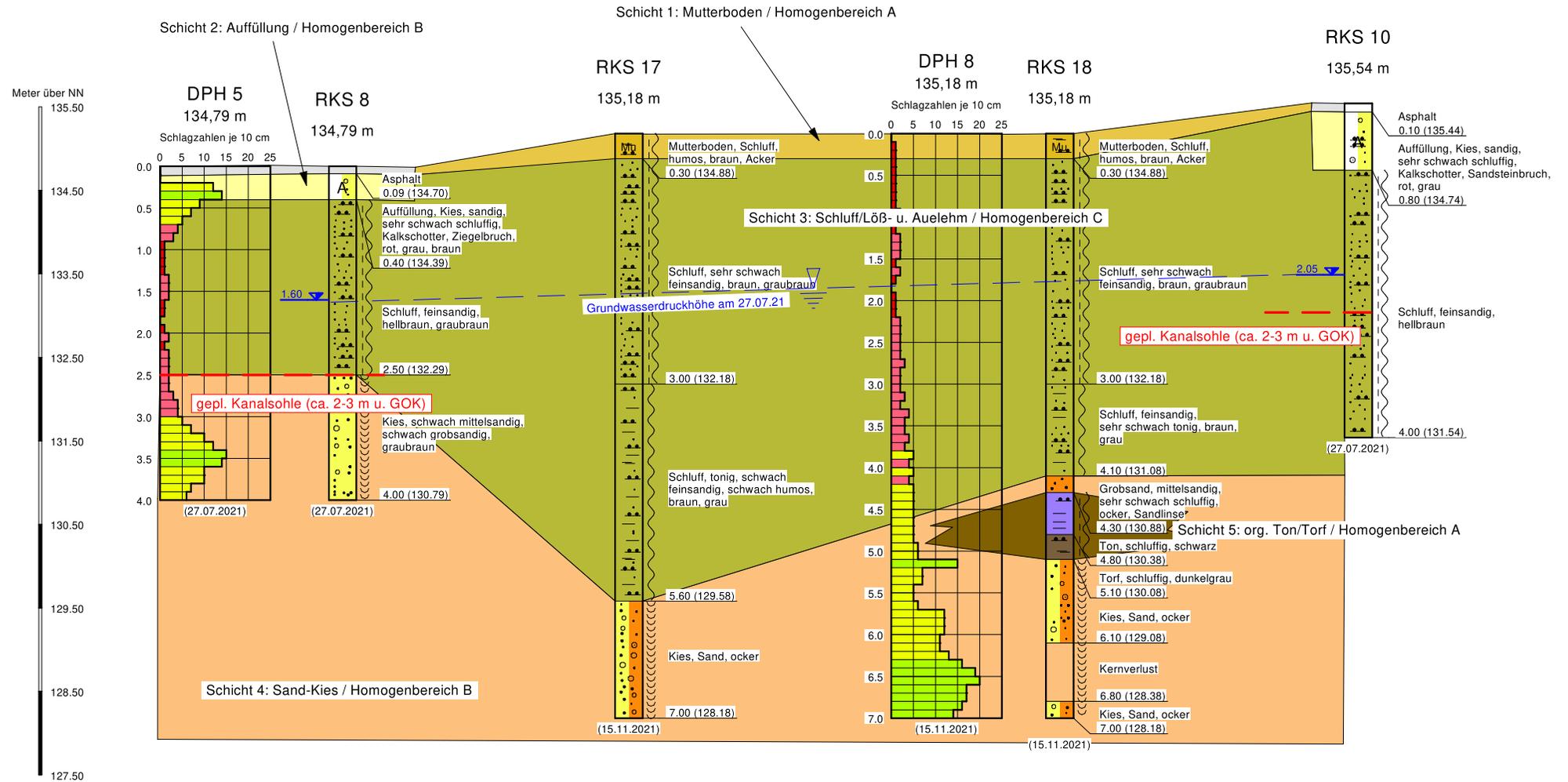
**Legende DPH**

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

**Legende**

- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- Z  
Z Sandstein
- A Auffüllung
- O Kies
- Mu Mutterboden
- o Kies
- s Schluff
- S Sand
- s Schluff

Schicht 4: Sand-Kies / Homogenbereich B

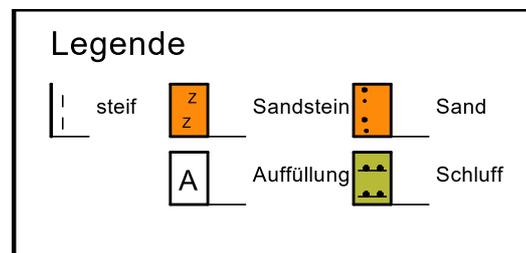
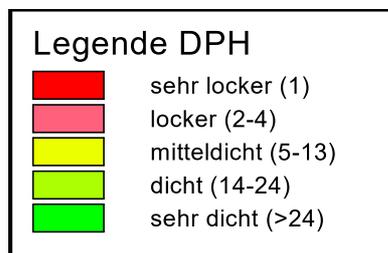
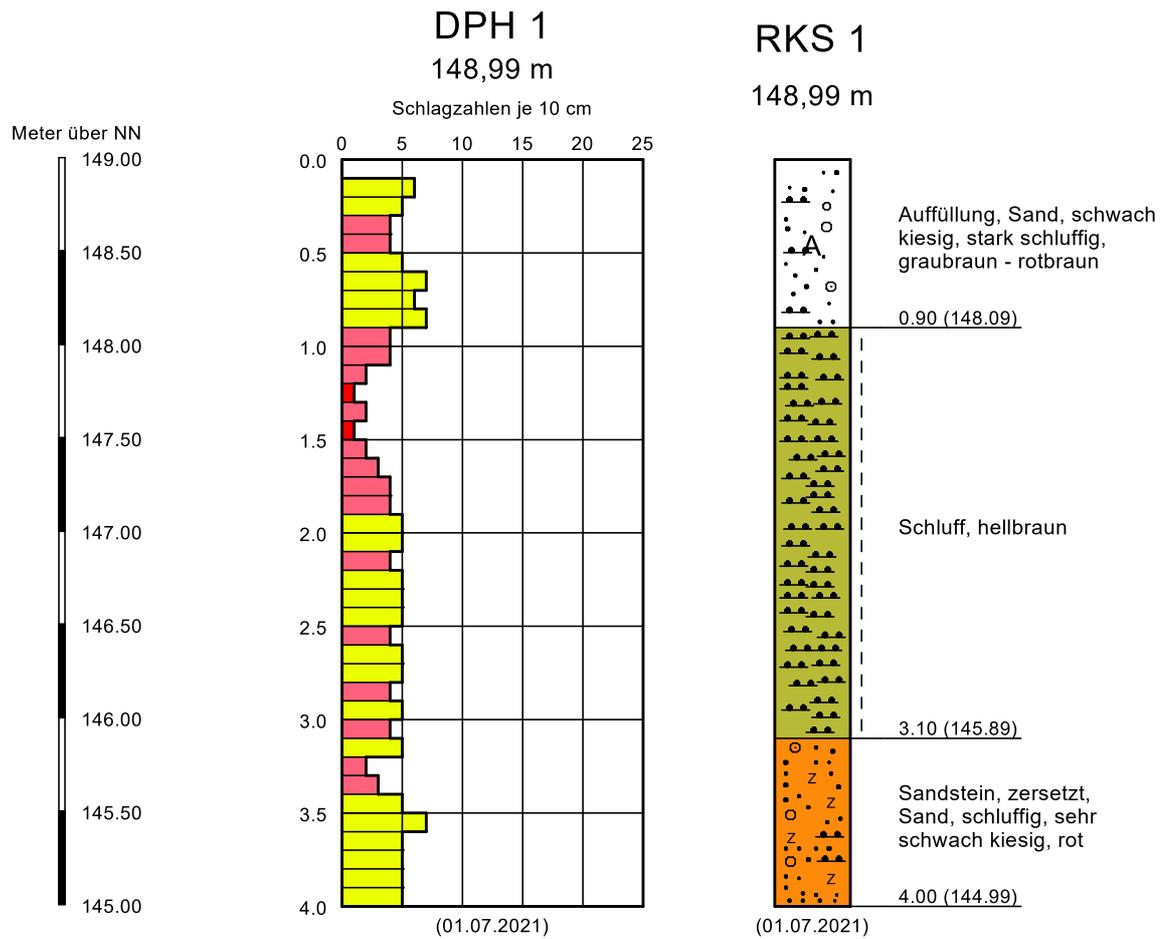


**Legende DPH**

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

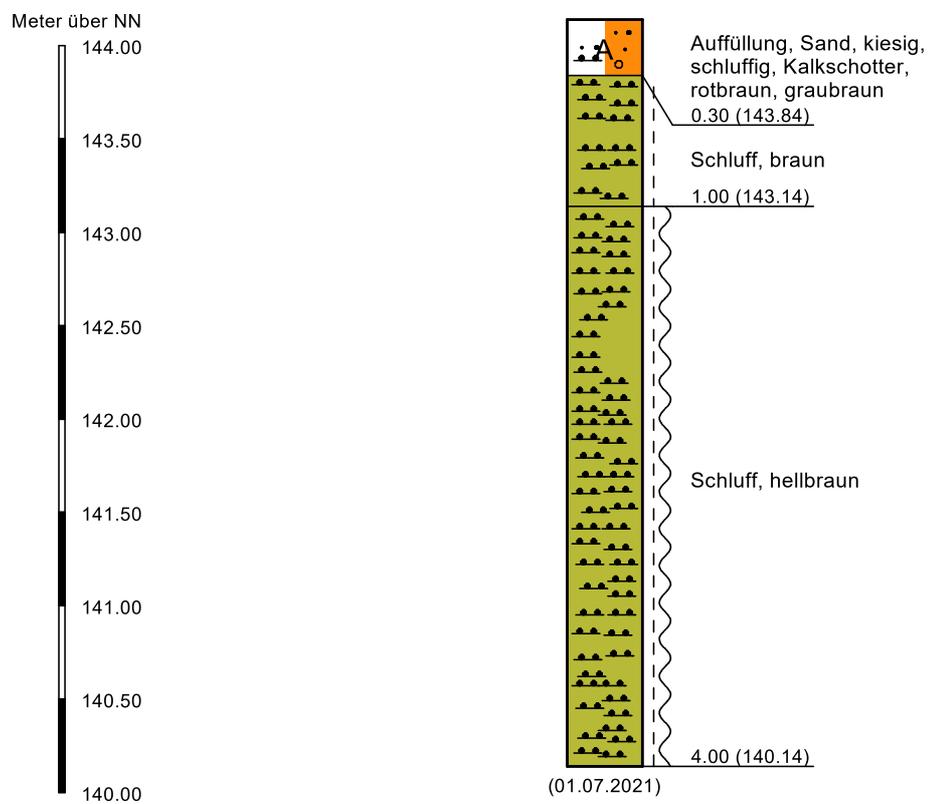
**Legende**

	weich - steif		Auffüllung		Torf		Grobsand		Schluff
	weich		Mutterboden		Kies		Sand		Ton
	nass								

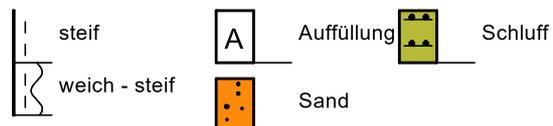


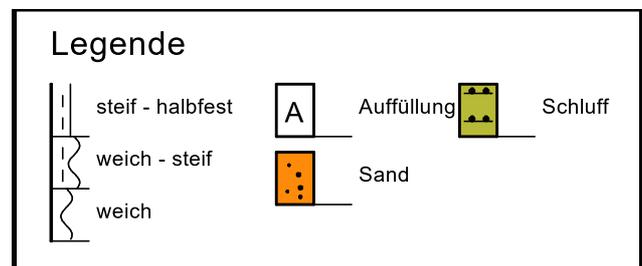
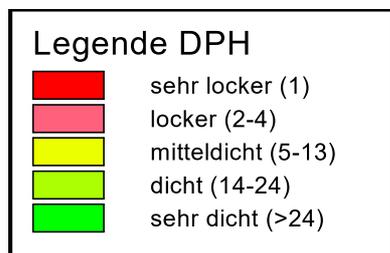
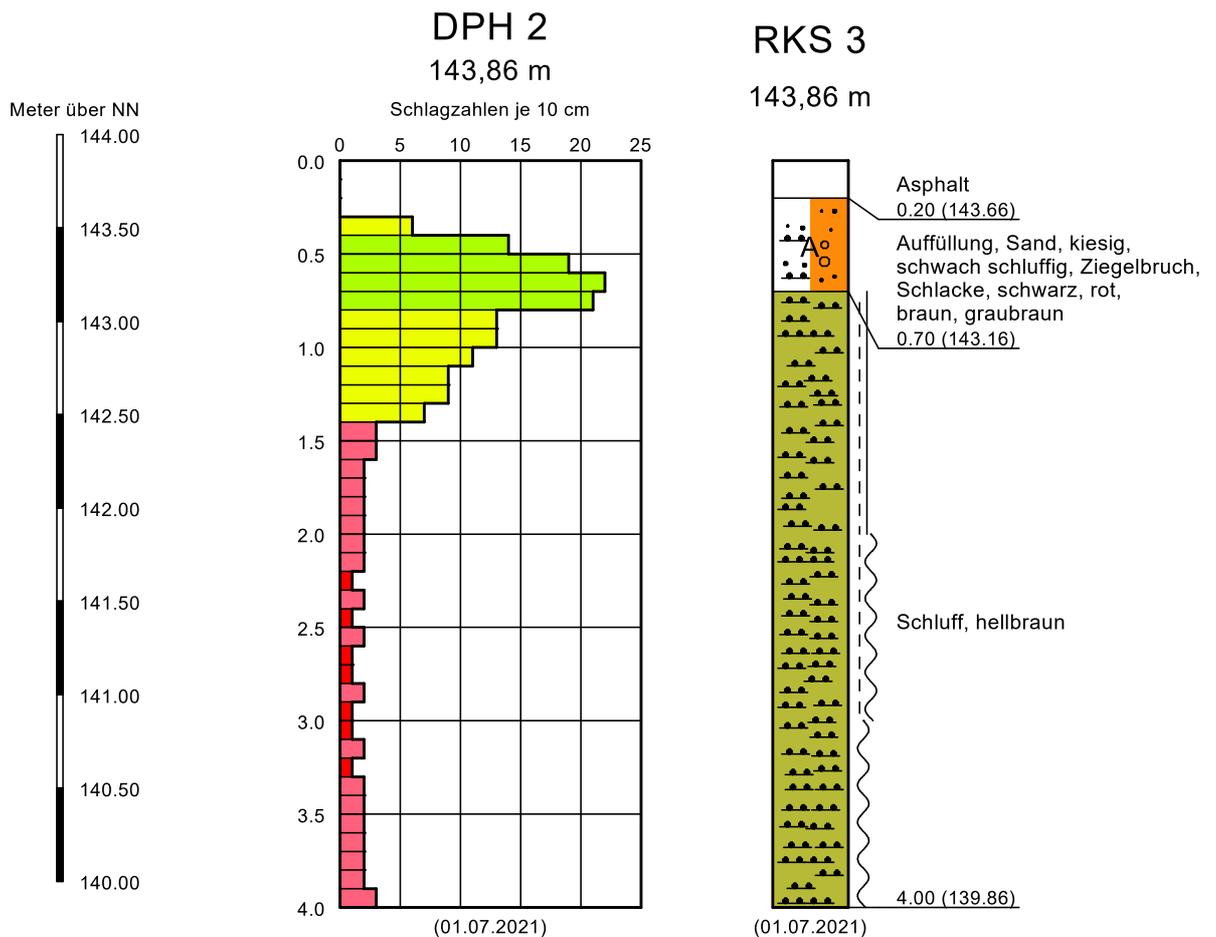
### RKS 2

144,14 m



#### Legende

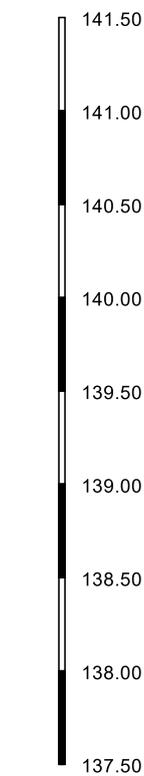




## RKS 4

141,52 m

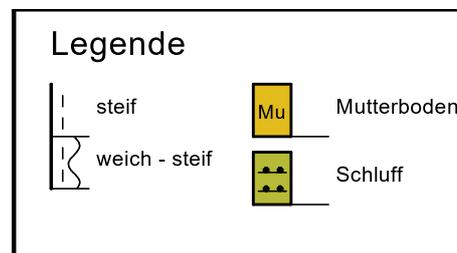
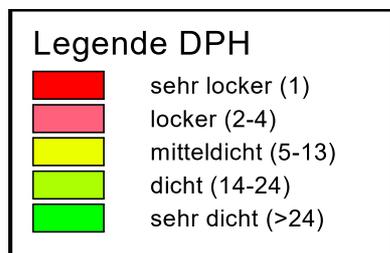
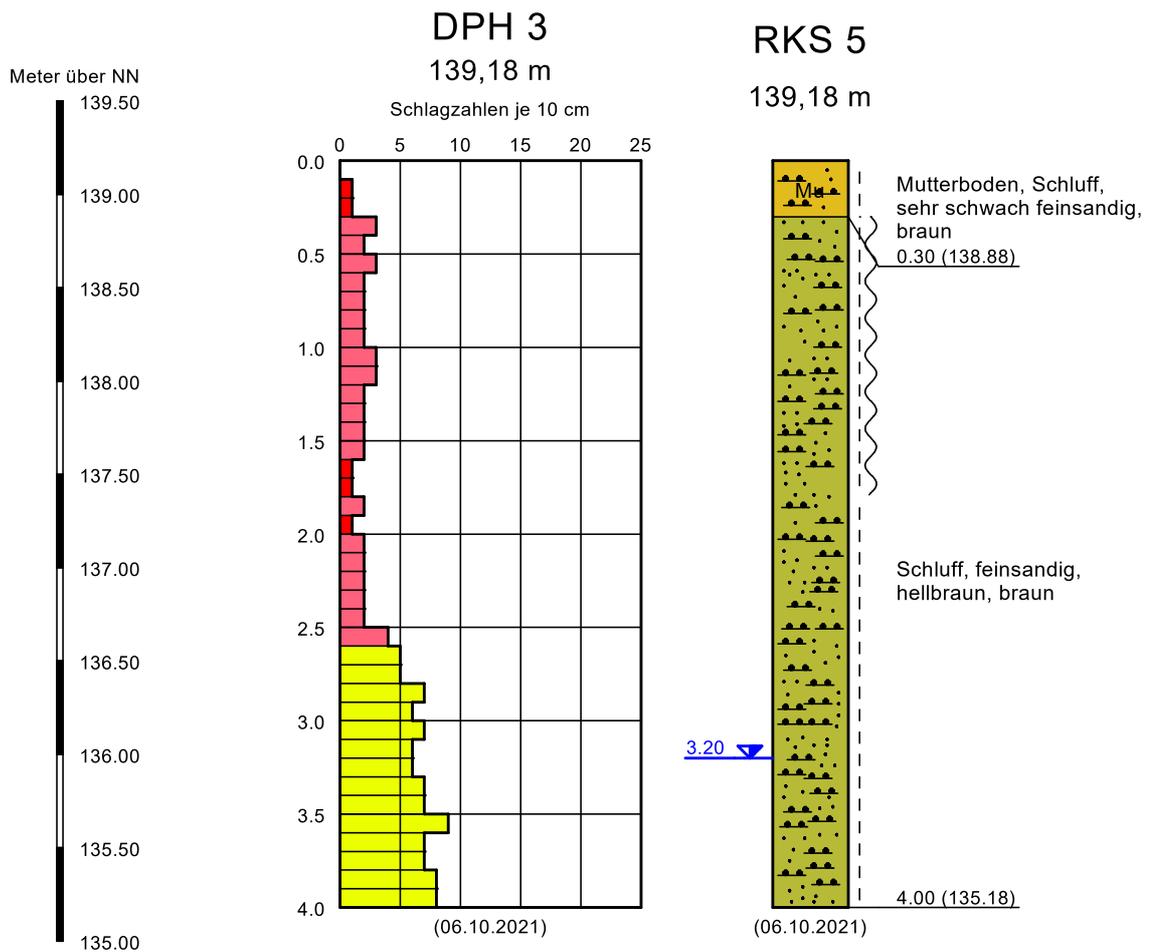
Meter über NN



(06.10.2021)

### Legende

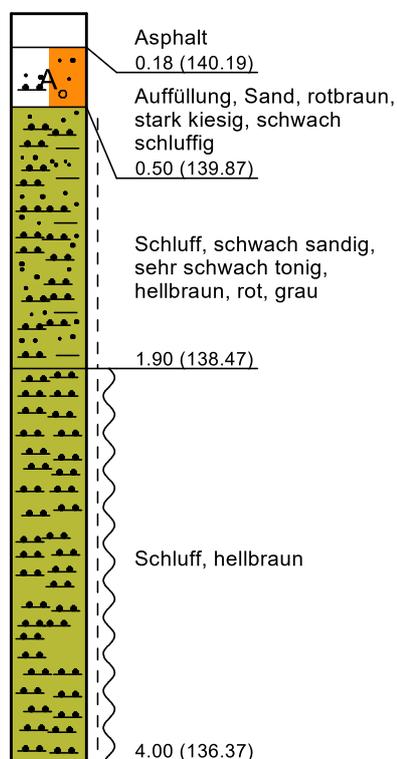
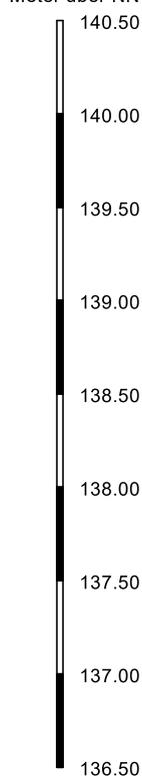




### RKS 6

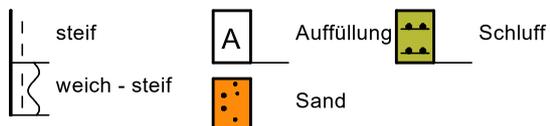
140,37 m

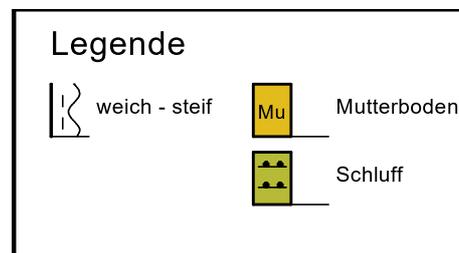
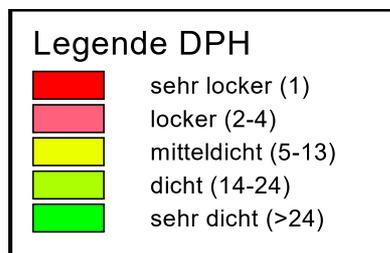
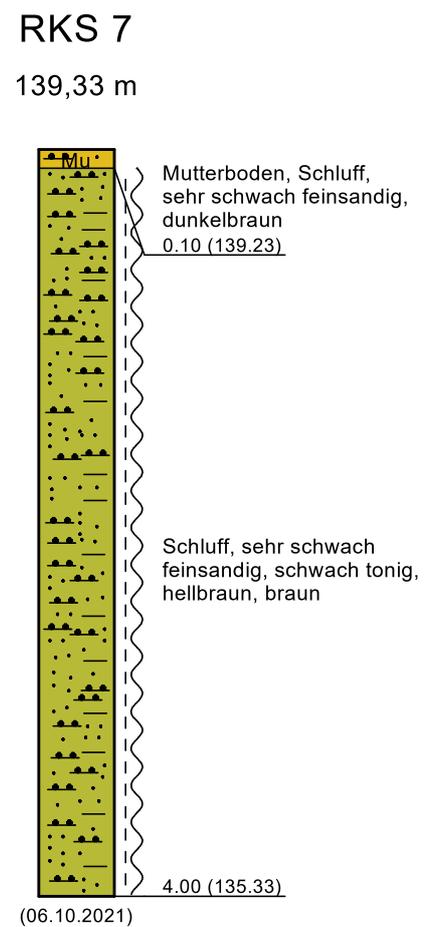
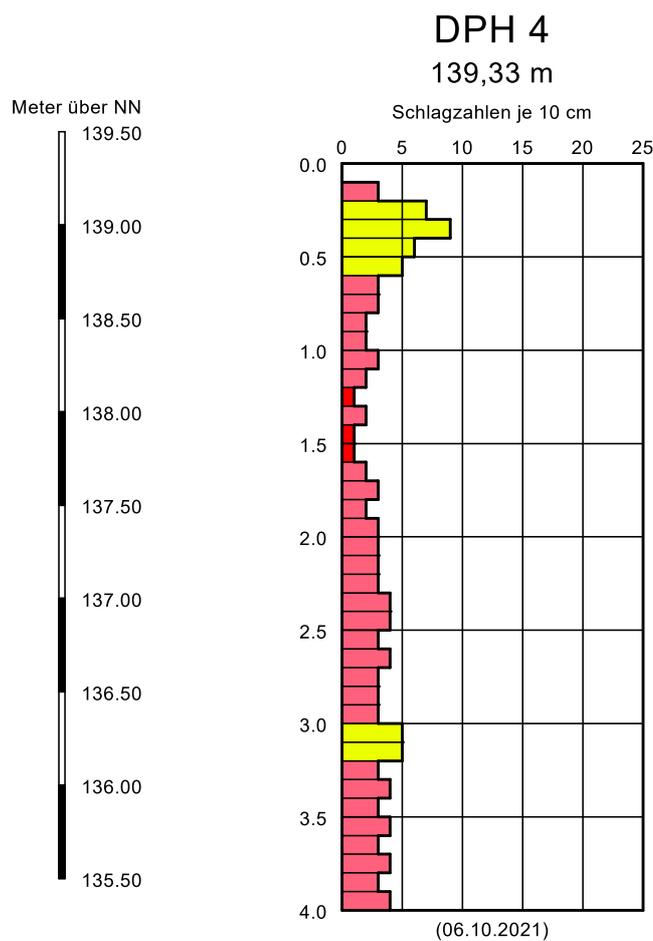
Meter über NN

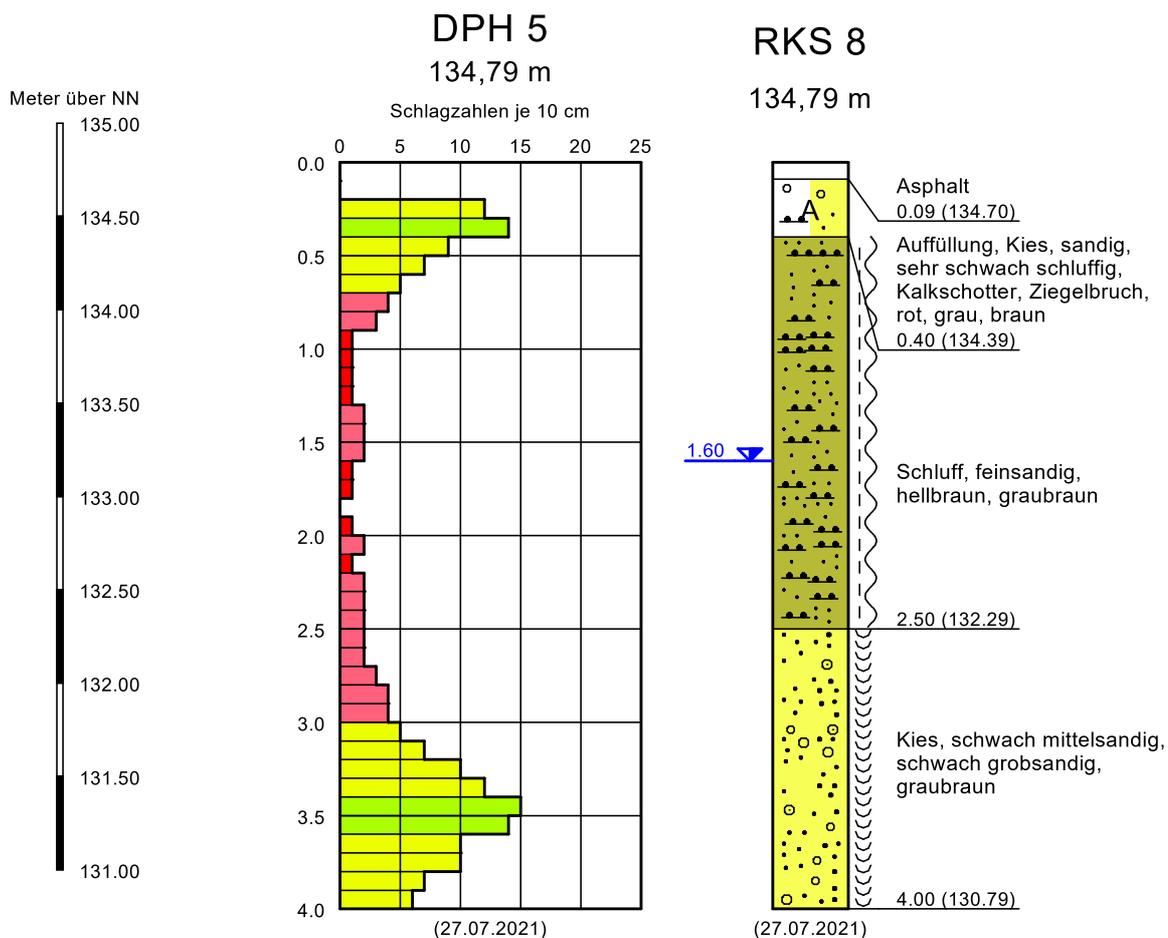


(01.07.2021)

#### Legende







**Legende DPH**

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

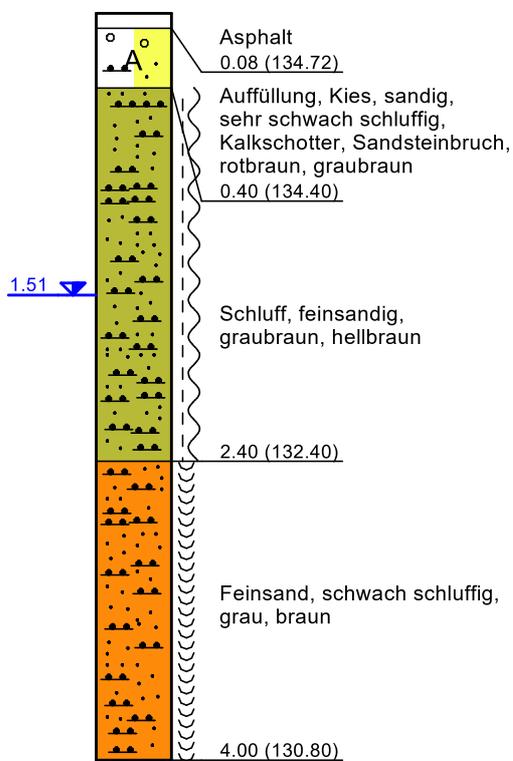
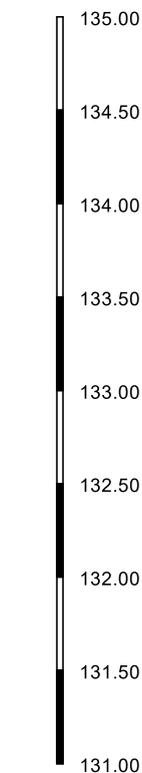
**Legende**

- weich - steif
- nass
- Auffüllung
- Kies
- Schluff

### RKS 9

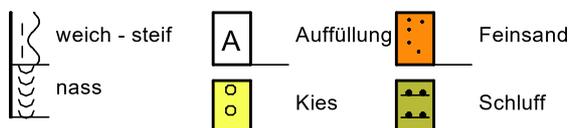
134,80 m

Meter über NN



(27.07.2021)

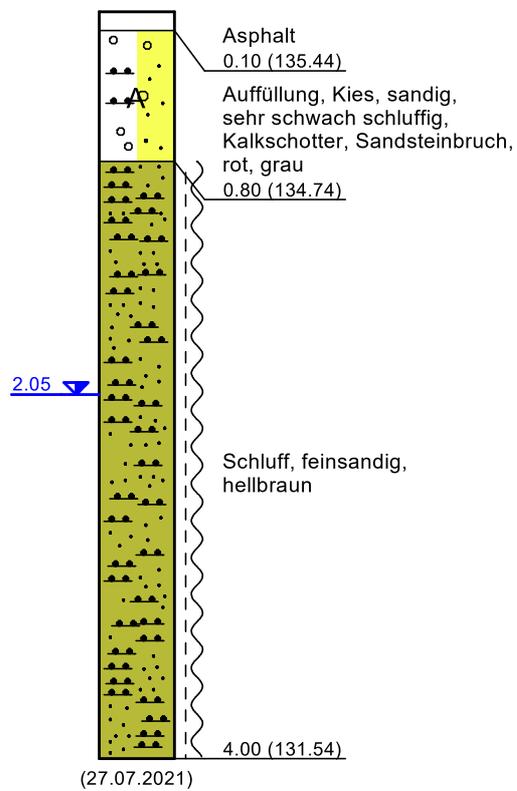
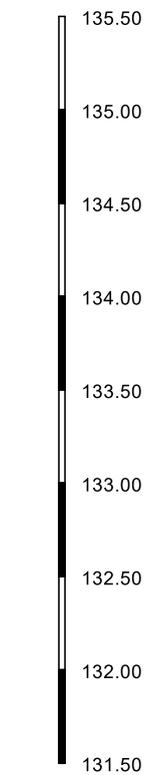
#### Legende



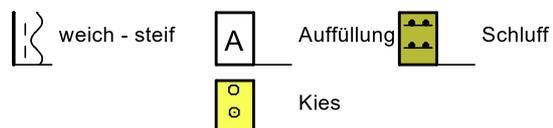
## RKS 10

135,54 m

Meter über NN



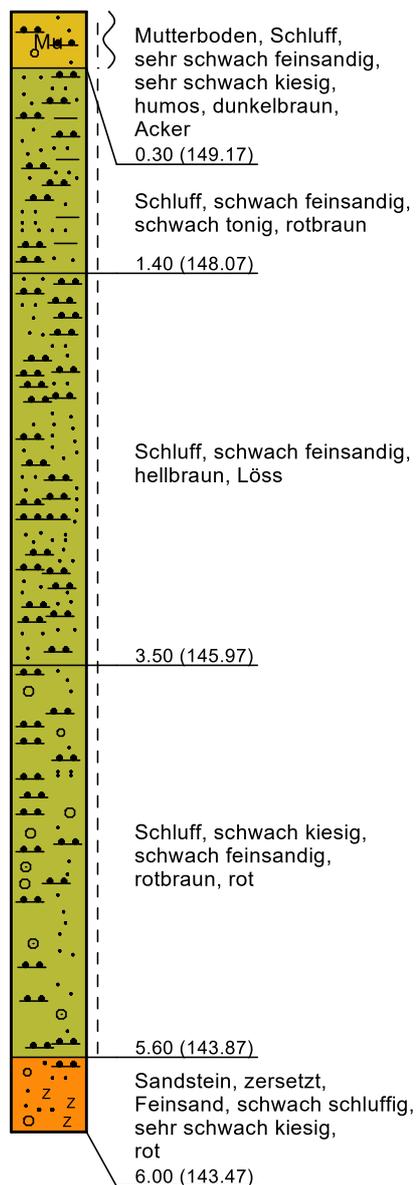
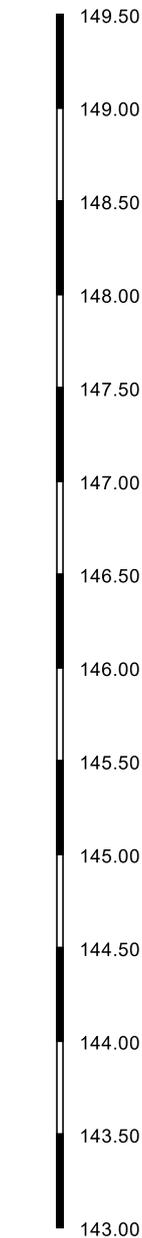
### Legende



## RKS 11

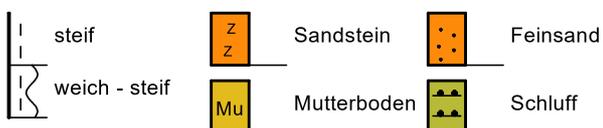
149,47 m

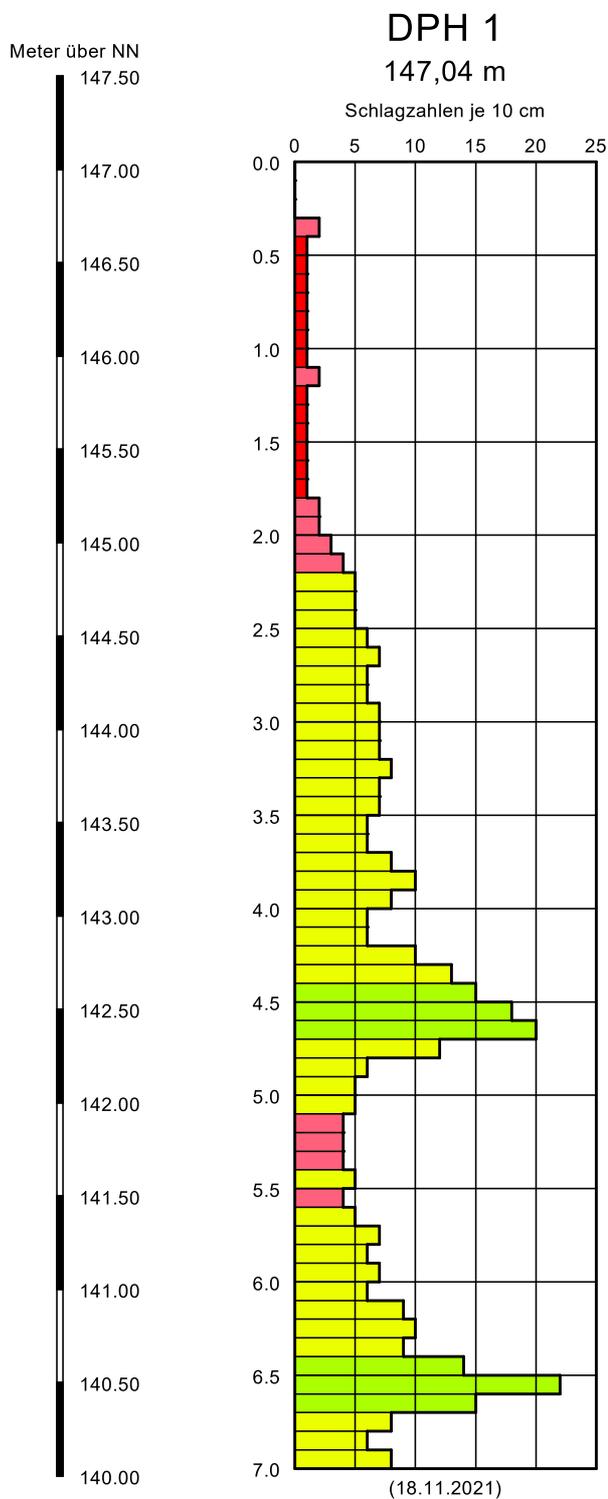
Meter über NN



(18.11.2021 z.h. Bohrwiderstand)

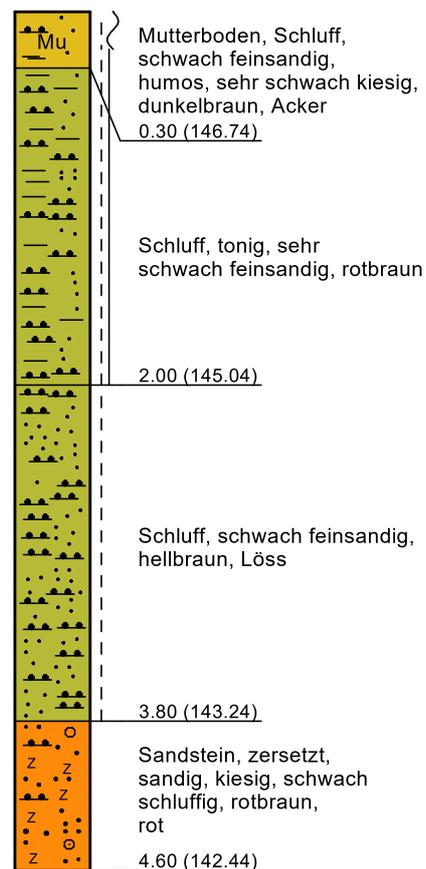
### Legende





**RKS 12**

147,04 m



(18.11.2021 z.h. Bohrwiderstand)

**Legende DPH**

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

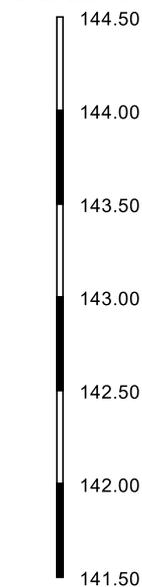
**Legende**

- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- z Sandstein
- Mu Mutterboden
- Schluff

### RKS 13

144,35 m

Meter über NN



Mutterboden, Schluff,  
 schwach feinsandig,  
 humos, dunkelbraun  
 0.10 (144.25)

Schluff, schwach feinsandig,  
 sehr schwach mittelsandig,  
 sehr schwach kiesig,  
 braun  
 0.80 (143.55)

Schluff, schwach feinsandig,  
 hellbraun

2.50 (141.85)

(18.11.2021 z.h. Bohrwiderstand)

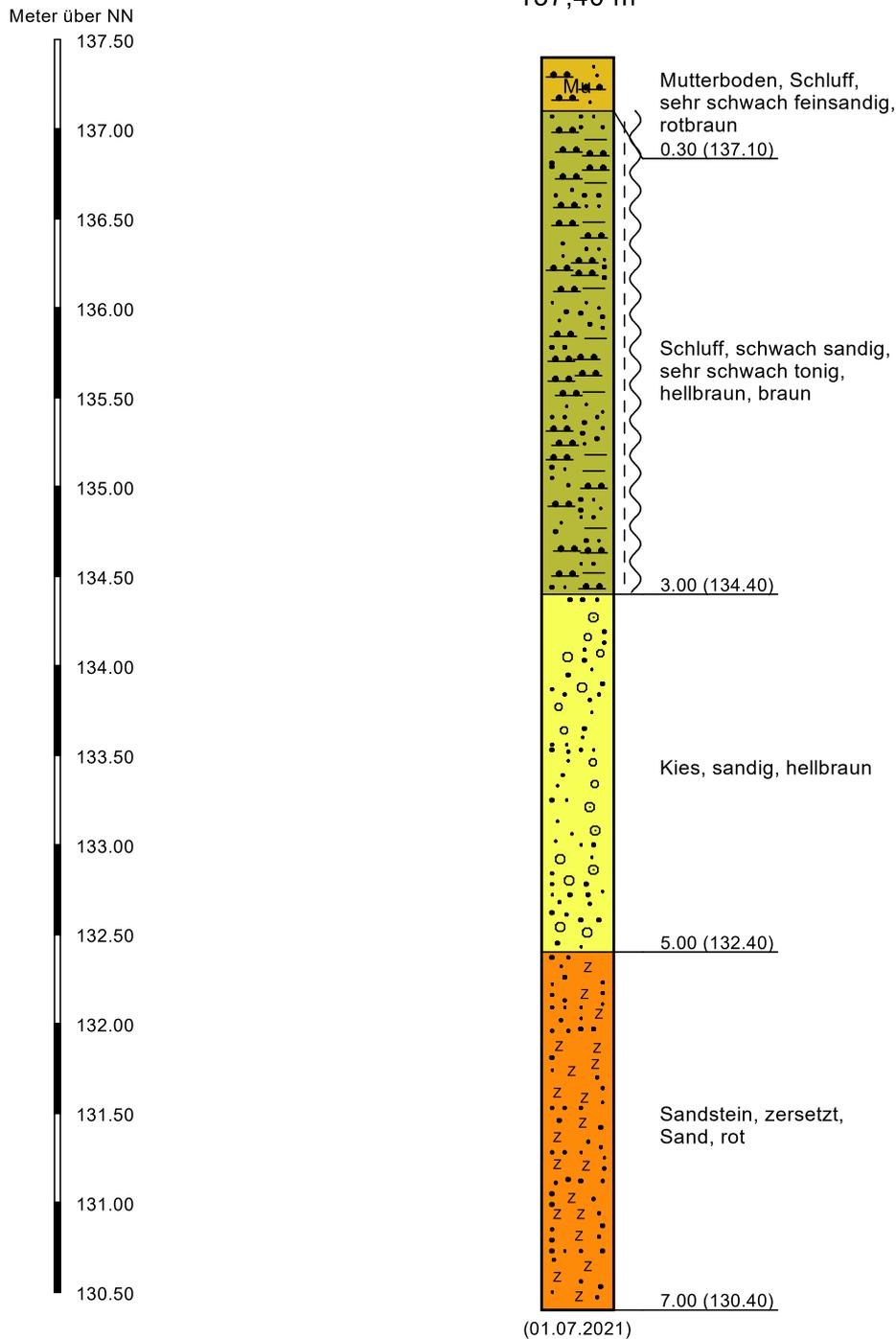
#### Legende

	halbfest		Mutterboden
	steif		Schluff
	weich - steif		

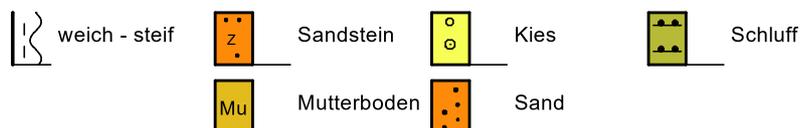


### RKS 15

137,40 m

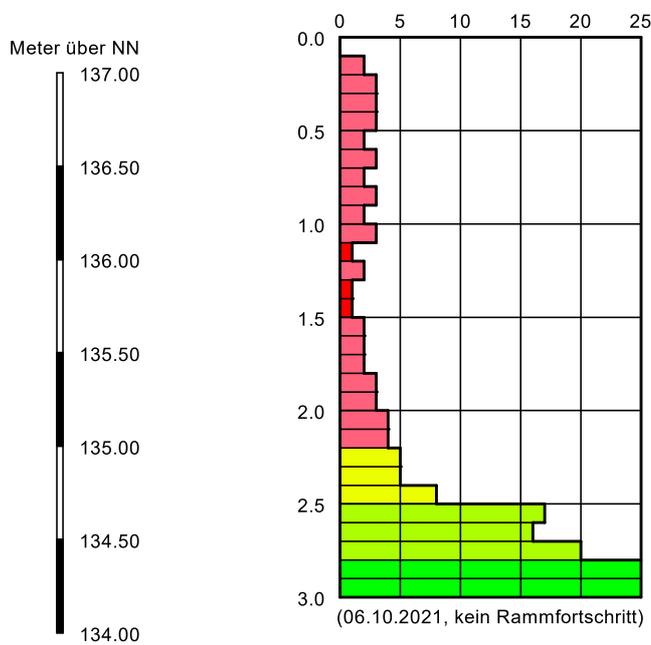


#### Legende



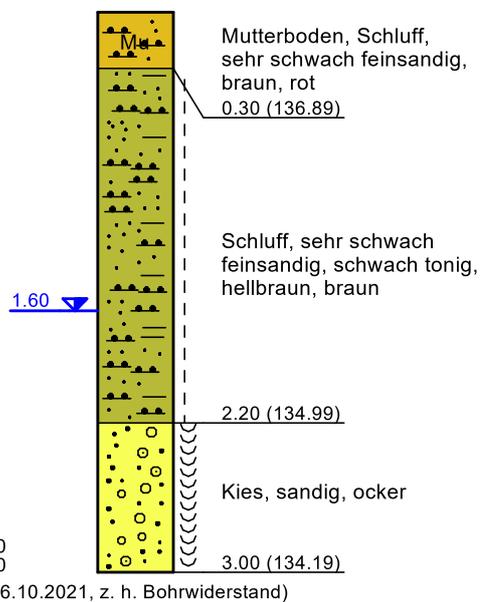
**DPH 8**  
 137,19 m

Schlagzahlen je 10 cm



**RKS 16**

137,19 m



**Legende DPH**

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

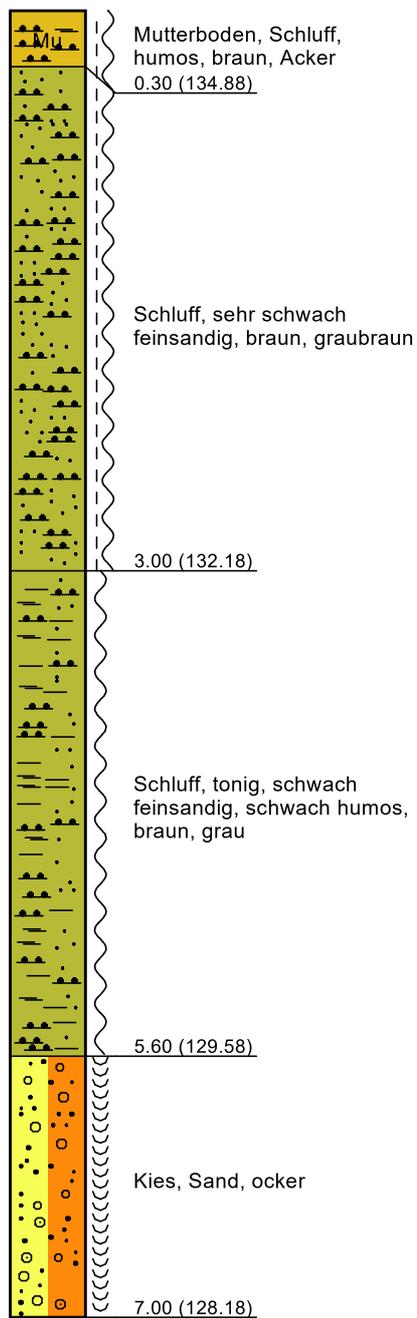
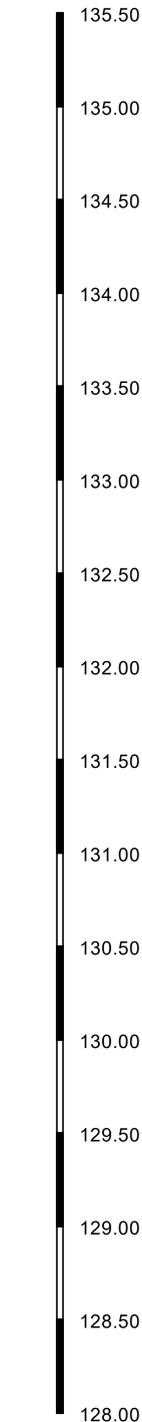
**Legende**

- steif
- Mu Mutterboden
- Schluff
- nass
- Kies

### RKS 17

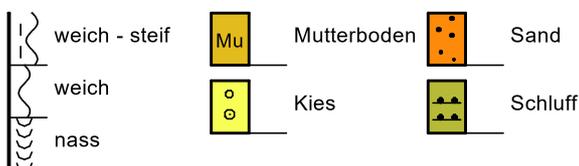
135,18 m

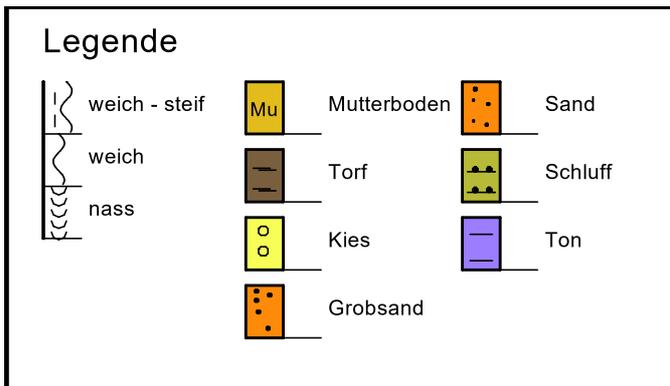
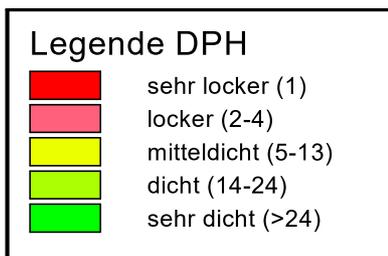
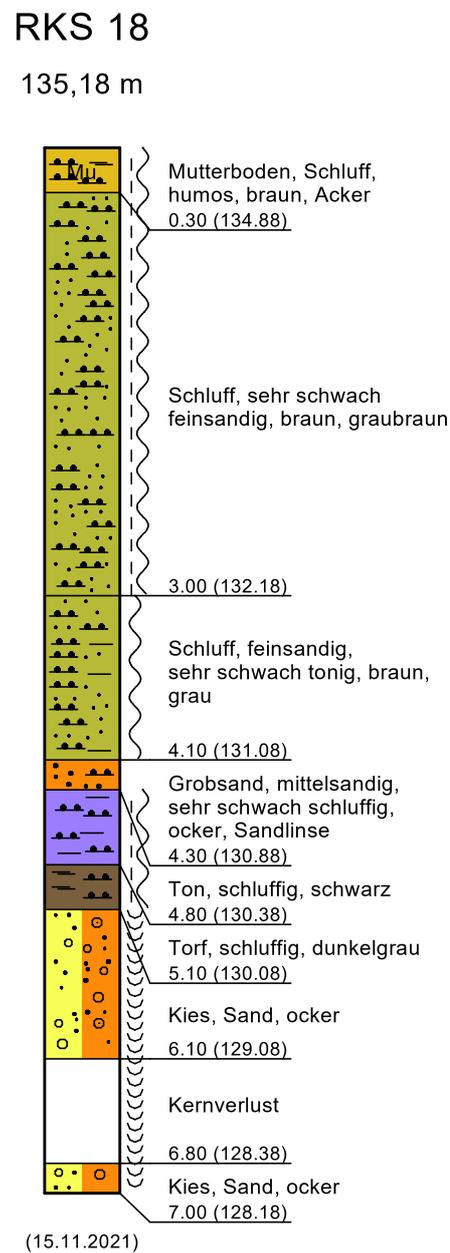
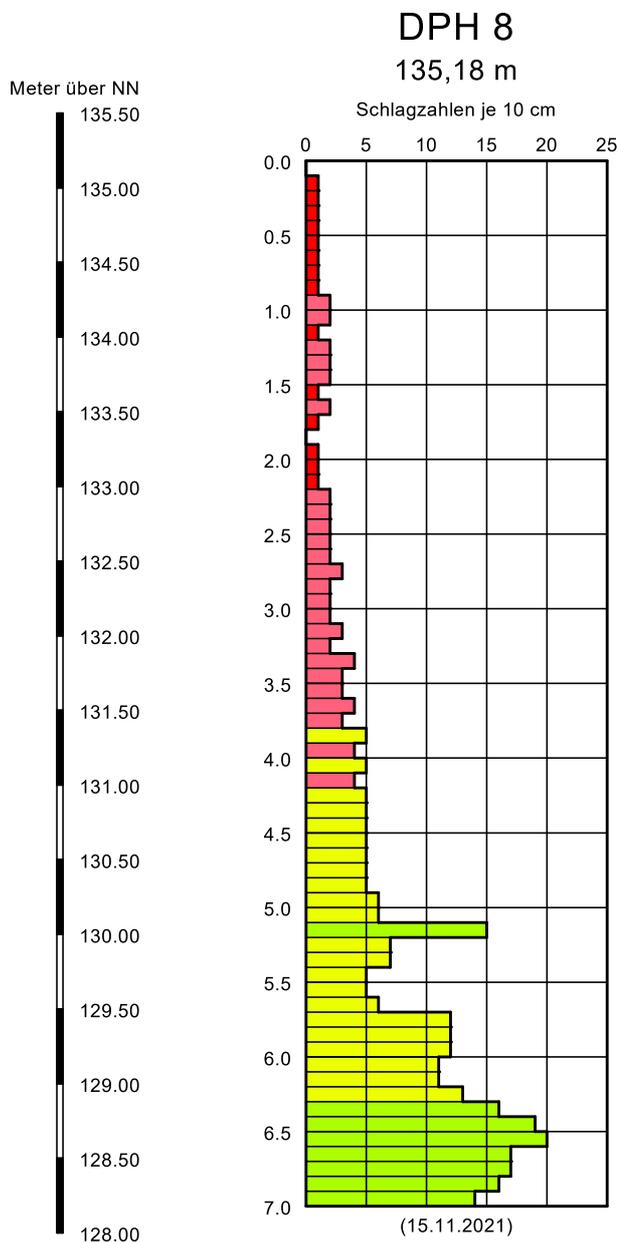
Meter über NN



(15.11.2021)

#### Legende





## **ANLAGE 3**

**Probenahmeprotokolle - Schichtenverzeichnisse**

# ***Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98***

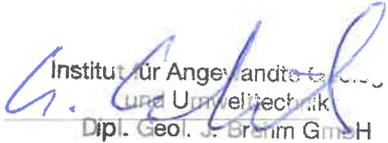
---

## **A. Allgemeine Angaben**

**Projekt-Nr.:** 2119706 **Anlagennummer:** 3  
**Auftraggeber:** Gemeinde Mömlingen - Mömlingen  
**Auftragsgegenstand:** Baugrunduntersuchung Gewerbegebiet "Hainbuche", Mömlingen  
**Datum der Entnahme:** 01.07.2021 **Uhrzeit:** 12:00  
**Probennehmer:** G. Gehweiler  
**Probenbezeichnung:** GG/Möm/B1 **Probennummer:** 25353  
**Analyseumfang:** LAGA-Boden Tab. II1.2-2 und 1.2-3

---

## **B. Vor-Ort-Gegebenheiten**

**Abfallart / Allgemeine Beschreibung:** Boden  
**Form der Lagerung / Gesamtvolumen:** in situ **Lagerungsdauer:** unbekannt  
**Witterung:** bedeckt **Lufttemperatur in °C:** 12  
**Probenart:** Boden **Entnahmetiefe:** s. Entnahmepos.  
**Probennahmetechnik:** Rammkernsondierung  
**Probengefäß:** Eimer **Probenmenge in ml:** 5000  
**Entnahmeposition:** RKS 1 (0,9 - 3,1m), RKS 2 (1 - 4m), RKS 3 (0,7 - 4m)  
**Probenbeschreibung:** Schluff  
**Wassergehalt:** bodenfeucht **Konsistenz:**  
**Farbe:** hellbraun **Geruch:** ohne  
**Bemerkungen:**  
**Ort / Datum:** Großostheim, 01.07.2021 **Unterschrift:** 

Institut für Angewandte Geologie  
und Umwelttechnik  
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH  
Am Trieb 15

09702 Großostheim

SEITE 1 VON 3 09733-10

# ***Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98***

---

## **A. Allgemeine Angaben**

**Projekt-Nr.:** 2119706 **Anlagennummer:** 3

**Auftraggeber:** Gemeinde Mömlingen - Mömlingen

**Auftragsgegenstand:** Baugrunduntersuchung Gewerbegebiet "Hainbuche", Mömlingen

**Datum der Entnahme:** 06.10.2021 **Uhrzeit:** 12:00

**Probennehmer:** G. Gehweiler

**Probenbezeichnung:** GG/Möm/B2 **Probennummer:** 25354

**Analyseumfang:** LAGA-Boden Tab. II1.2-2 und 1.2-3

---

## **B. Vor-Ort-Gegebenheiten**

**Abfallart / Allgemeine Beschreibung:** Boden

**Form der Lagerung / Gesamtvolumen:** in situ **Lagerungsdauer:** unbekannt

**Witterung:** bedeckt **Lufttemperatur in °C:** 10

**Probenart:** Boden **Entnahmetiefe:** s. Entnahmepos.

**Probennahmetechnik:** Rammkernsondierung

**Probengefäß:** Eimer **Probenmenge in ml:** 5000

**Entnahmeposition:** RKS 4 (0,3 - 4m), RKS 6 (0,5 - 1,9m), RKS 7 (0,1 - 4m)

**Probenbeschreibung:** Schluff, sehr schwach feinsandig

**Wassergehalt:** bodenfeucht **Konsistenz:**

**Farbe:** braun **Geruch:** ohne

**Bemerkungen:**

**Ort / Datum:** Großostheim, 06.10.2021 **Unterschrift:** 

Institut für Angewandte Geologie  
und Umweltechnik  
Dipl. Geol. J. Brenm GmbH  
Am Trieb 15  
63762 Großostheim  
Tel. 03926 49733-10

# ***Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98***

---

## **A. Allgemeine Angaben**

**Projekt-Nr.:** 2119706 **Anlagennummer:** 3

**Auftraggeber:** Gemeinde Mömlingen - Mömlingen

**Auftragsgegenstand:** Baugrunduntersuchung Gewerbegebiet "Hainbuche", Mömlingen

**Datum der Entnahme:** 27.07.2021 **Uhrzeit:** 12:00

**Probennehmer:** G. Gehweiler

**Probenbezeichnung:** GG/Möm/B3 **Probennummer:** 25355

**Analyseumfang:** LAGA-Boden Tab. II1.2-2 und 1.2-3

---

## **B. Vor-Ort-Gegebenheiten**

**Abfallart / Allgemeine Beschreibung:** Boden

**Form der Lagerung / Gesamtvolumen:** in situ **Lagerungsdauer:** unbekannt

**Witterung:** sonnig **Lufttemperatur in °C:** 25

**Probenart:** Boden **Entnahmetiefe:** s. Entnahmepos.

**Probennahmetechnik:** Rammkernsondierung

**Probengefäß:** Eimer **Probenmenge in ml:** 5000

**Entnahmeposition:** RKS 8 (0,4 - 2,5m), RKS 9 (0,4 - 2,4m), RKS 10 (0,8 - 4m)

**Probenbeschreibung:** Schluff, feinsandig

**Wassergehalt:** bodenfeucht **Konsistenz:**

**Farbe:** hellbraun **Geruch:** ohne

**Bemerkungen:**

**Ort / Datum:** Großostheim, 27.07.2021

**Unterschrift:** 

Institut für Angewandte Geologie  
und Umwelttechnik  
Dipl. Geol. J. Brenner GmbH  
Am Trieb 15  
63762 Großostheim  
Tel: 06926 / 8722-10

































Name des Unternehmers: Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Name des Auftraggebers: Gemeinde Mömlingen Bohrverfahren: RKS      Datum: 20.12.2021 Durchmesser: 60 / 34 mm Projektbezeichnung: Gewerbegebiet Mömlingen		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.17 Aufschluss: RKS 17 Projektnr: 2119706	
Name des Probenehmers: B. Sc. G. Gehweiler							
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkheit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
0.30	Mutterboden, Schluff, humos, Acker	braun					
3.00	Schluff, sehr schwach feinsandig	braun graubraun			GP/43		
5.60	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos	braun, grau			GP/44		
7.00	Kies, Sand	ocker			GP/45		

Name des Unternehmers: Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Name des Auftraggebers: Gemeinde Mömlingen Bohrverfahren: RKS      Datum: 20.12.2021 Druchmesser: 60 / 34 mm		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite:3, 18	
Projektbezeichnung: Gewerbegebiet Mömlingen		Name des Probenehmers: B. Sc. G. Gehweiler					
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
0.30	Mutterboden, Schluff, humos, Acker	braun					
3.00	Schluff, sehr schwach feinsandig	braun graubraun			GP/46		
4.10	Schluff, feinsandig, sehr schwach tonig	braun, grau			GP/47		
4.30	Grobsand, mittelsandig, sehr schwach schluffig, Sandlinse	ocker			GP/48		
4.80	Ton, schluffig	schwarz			GP/49		
5.10	Torf, schluffig	dunkelgrau			GP/50		



## **ANLAGE 4**

### **Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**

# Am Trieb 15

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

Projektnummer: 2119706

Anlage: 4

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen

Bearbeiter: B.Sc. G. Gehweiler

Datum: 23.11.2021

Probenbezeichnung: RKS 3/Am Schlaggraben

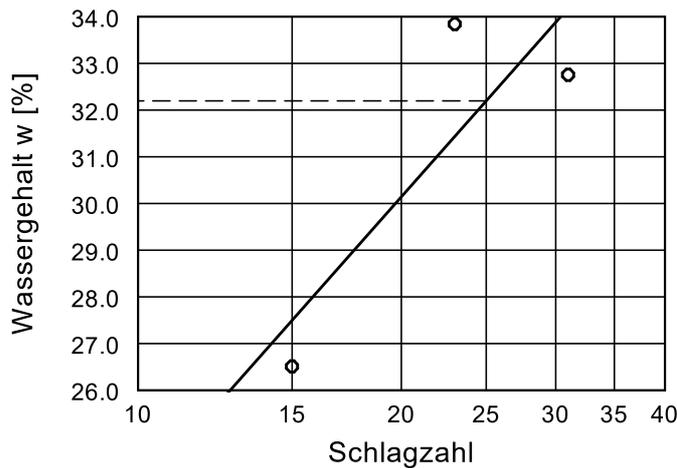
Entnahmestelle: RKS 3

Tiefe: 2 - 3m

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart: Schicht 3 (Schluff)

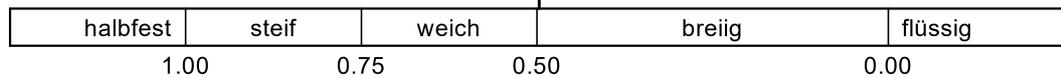
Probe entnommen am: 1.7.2021



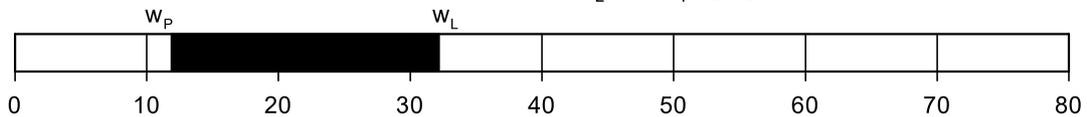
Wassergehalt  $w = 22.1 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 32.2 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 11.9 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 20.3 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.50$

Zustandsform

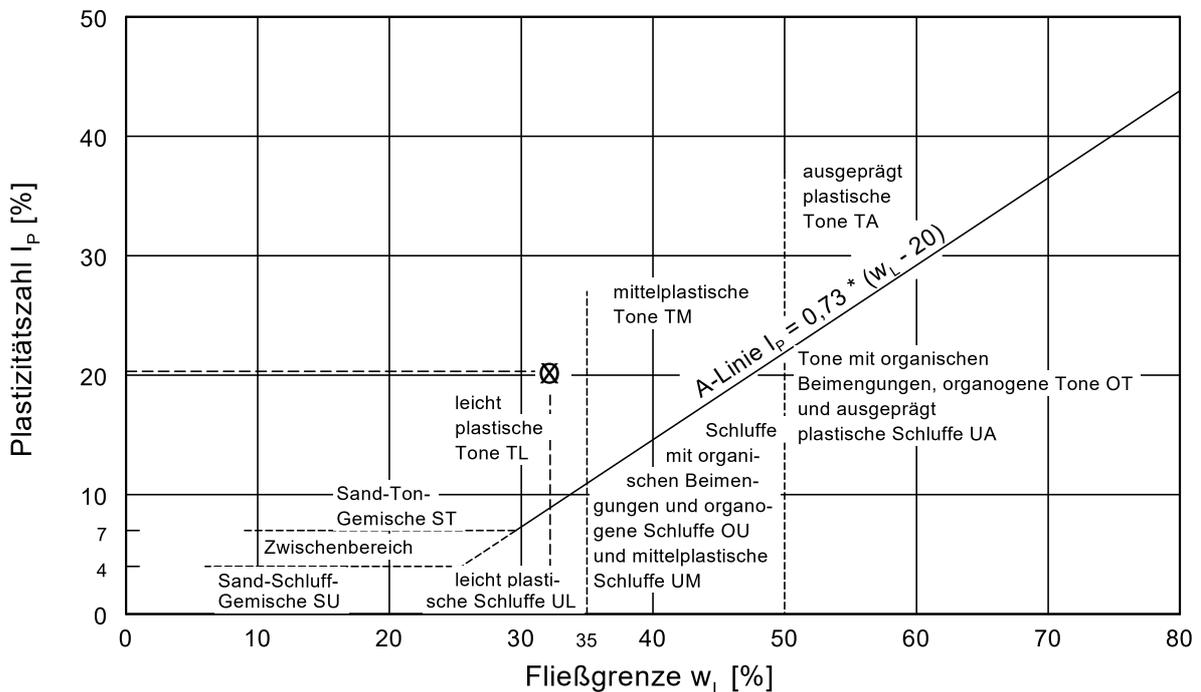
$I_C = 0.50$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



# Am Trieb 15

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

Projektnummer: 2119706

Anlage: 4

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen

Bearbeiter: B.Sc. G. Gehweiler

Datum: 23.11.2021

Probenbezeichnung: GG/RKS10/Gewerbegebiet Mömlingen

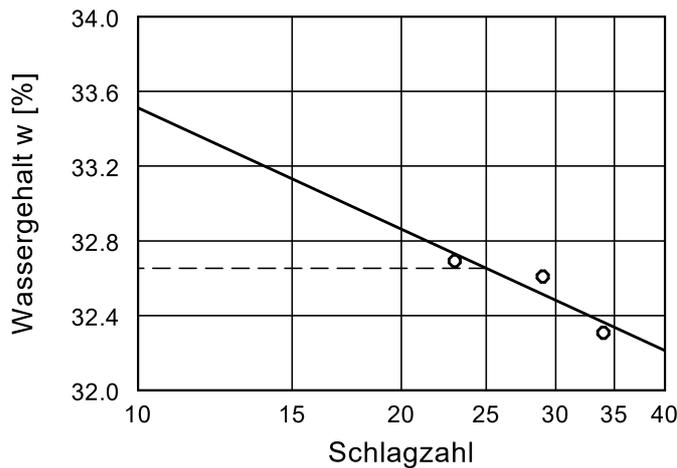
Entnahmestelle: RKS 10

Tiefe: 0,8 - 4m

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart: Schicht 3 (Schluff)

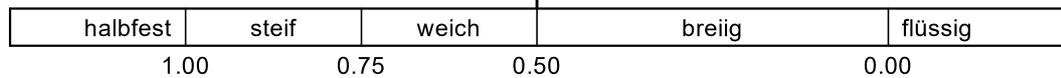
Probe entnommen am: 27.7.2021



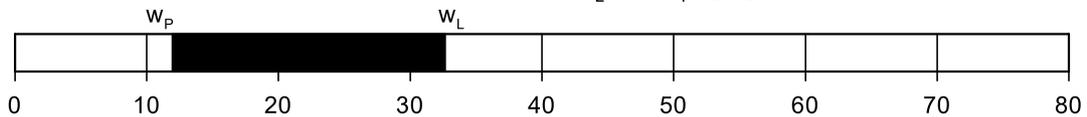
Wassergehalt  $w = 22.3 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 32.7 \%$   
Ausrollgrenze  $w_p = 11.9 \%$   
Plastizitätszahl  $I_p = 20.8 \%$   
Konsistenzzahl  $I_c = 0.50$

Zustandsform

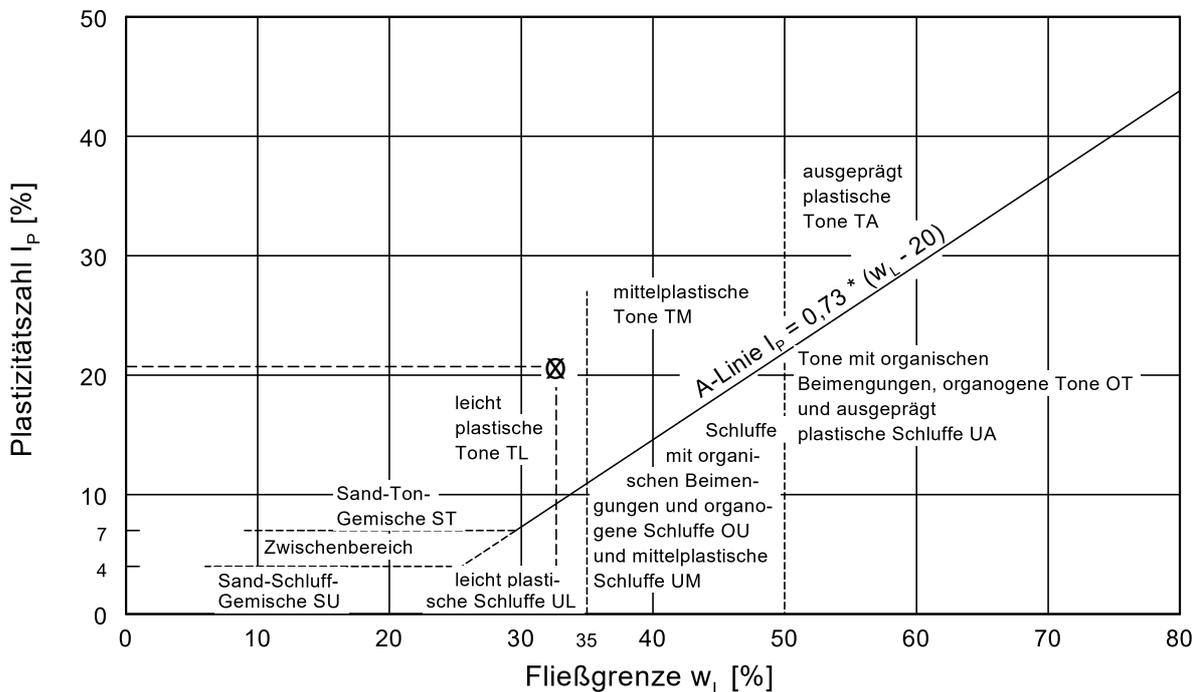
$I_c = 0.50$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



# Am Trieb 15

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

Projektnummer: 2119706

Anlage: 4

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen

Bearbeiter: B.Sc. G. Gehweiler

Datum: 23.11.2021

Probenbezeichnung: GG/RKS15/Gewerbegebiet Mömlingen

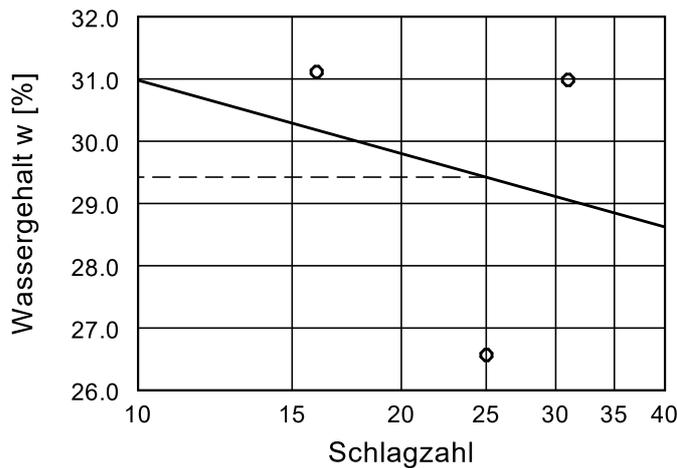
Entnahmestelle: RKS 15

Tiefe: 0,3 - 3m

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

Bodenart: Schicht 3 (Schluff)

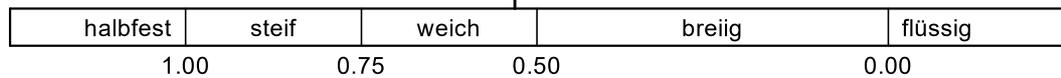
Probe entnommen am: 27.7.2021



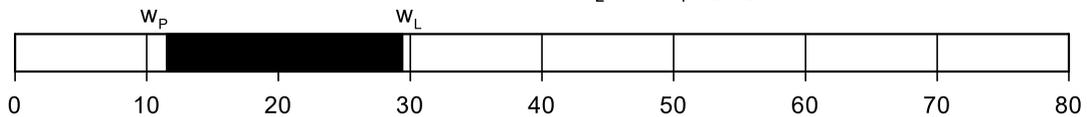
Wassergehalt  $w = 19.9 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 29.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 11.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 17.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.53$

Zustandsform

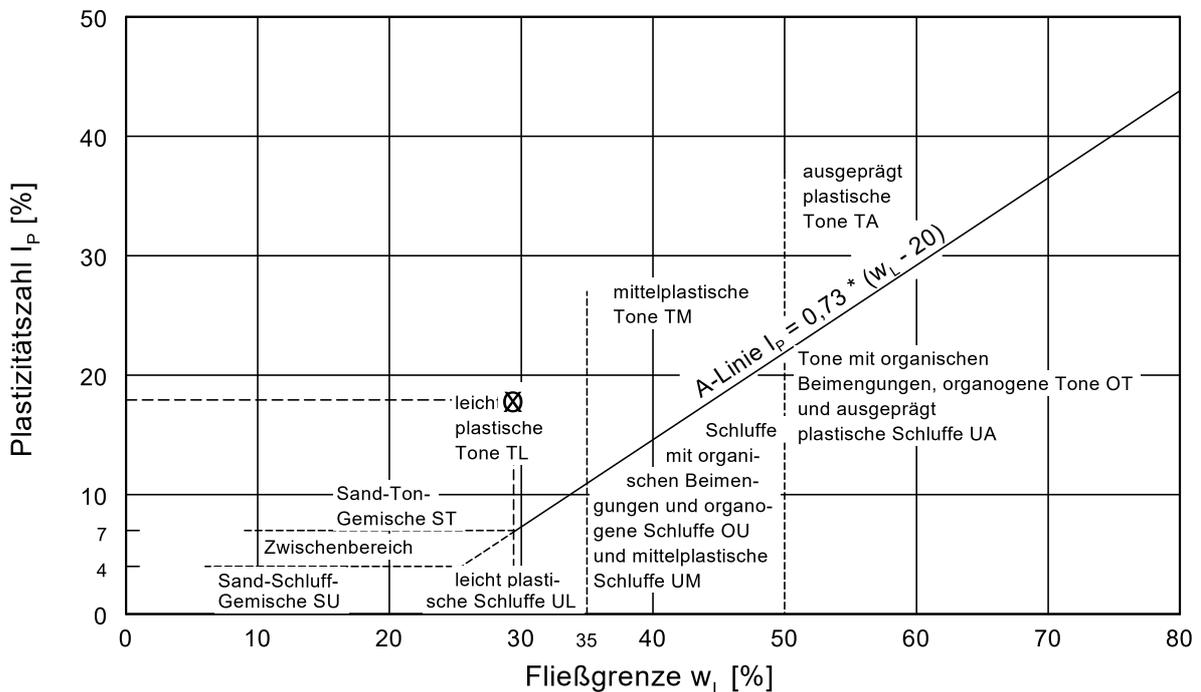
$I_C = 0.53$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



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

Dipl.-Geol. J. Brehm GmbH

Bearbeiter: B. Sc. Gabriel Gehweiler

Datum: 23.11.2021

# Körnungslinie

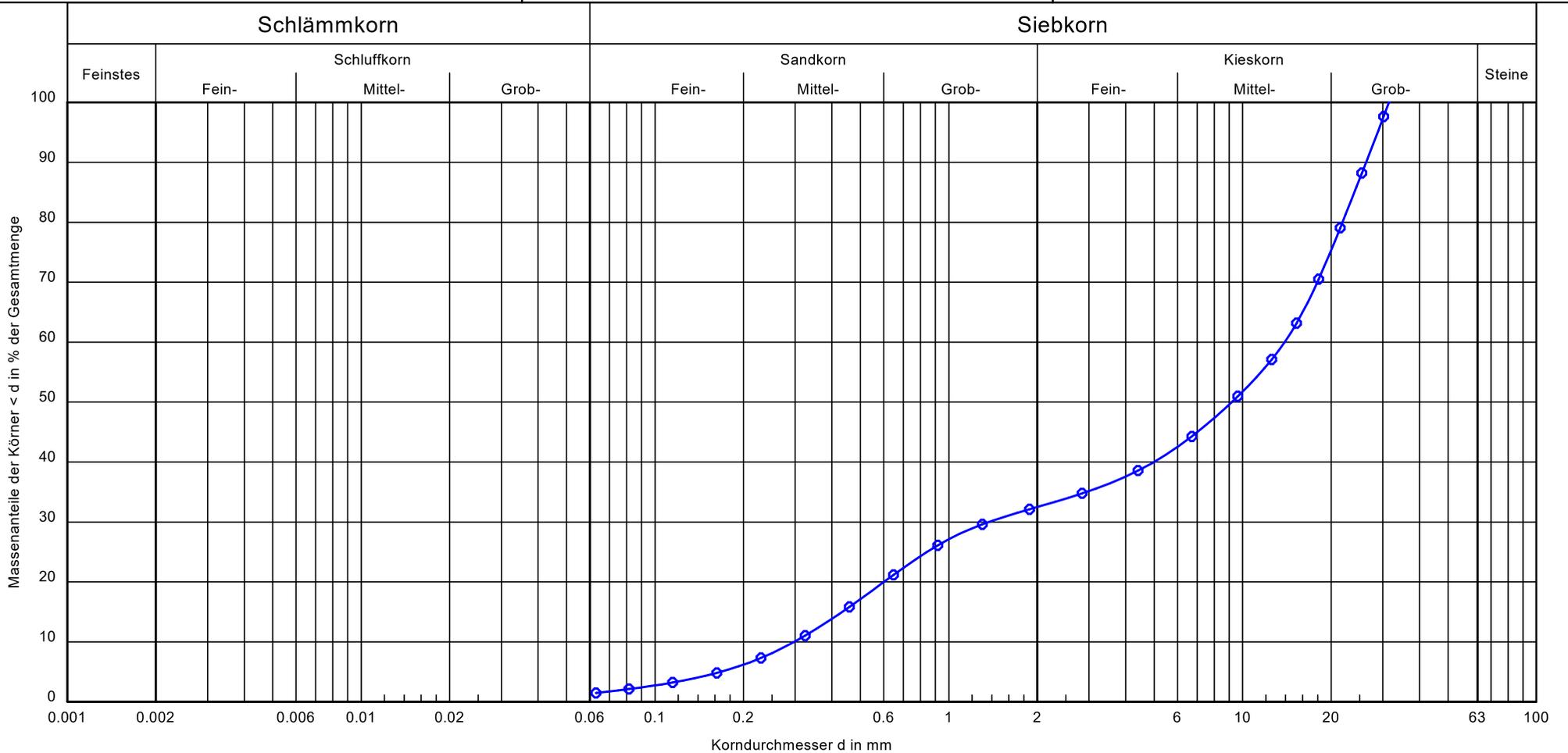
Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen  
Siebanalyse

Projektnummer: 2119706

Probe entnommen am: 27.7.2021

Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	RKS 8
Bodenart:	G, ms', gs'
Tiefe:	2,5 - 4m
k [m/s] (Beyer):	$5.3 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	RKS 8
U/Cc	46.7/0.5

Bemerkungen:  
Schicht 4

Projektnummer:  
2119706  
Anlage:  
4

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

Dipl.-Geol. J. Brehm GmbH

Bearbeiter: B. Sc. Gabriel Gehweiler

Datum: 23.11.2021

# Körnungslinie

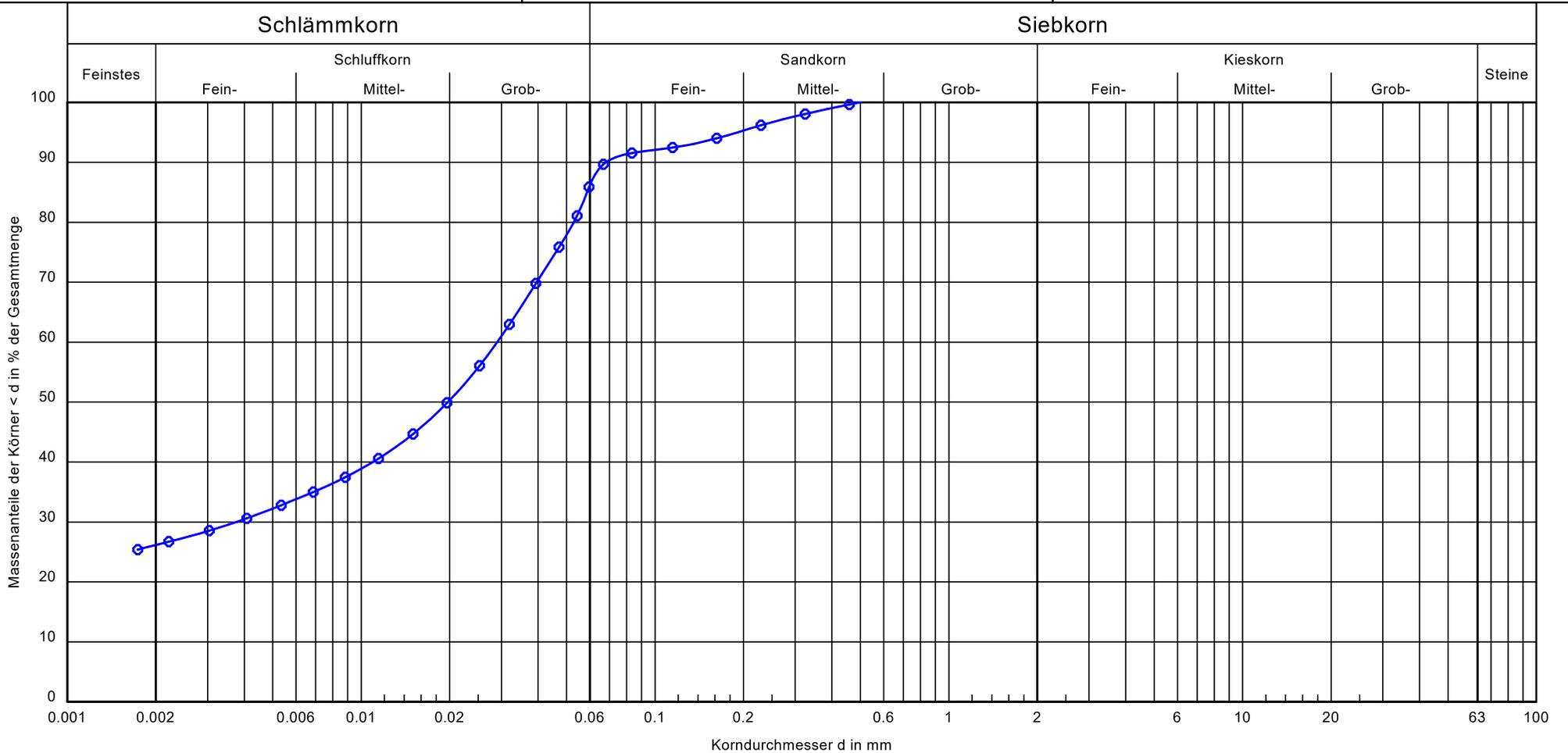
Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen  
Sieb- Schlämmanalyse

Projektnummer: 2119706

Probe entnommen am: 27.7.2021

Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:

RKS 11 + RKS 12

Bodenart:

U, t, fs'

Tiefe:

0,2 - 2m

k [m/s] (Beyer):

-

Entnahmestelle:

RKS 11 + RKS 12

U/Cc

-/-

Bemerkungen:

Schicht 3

Projektnummer:  
2119706  
Anlage:  
4

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

Dipl.-Geol. J. Brehm GmbH

Bearbeiter: B. Sc. Gabriel Gehweiler

Datum: 23.11.2021

# Körnungslinie

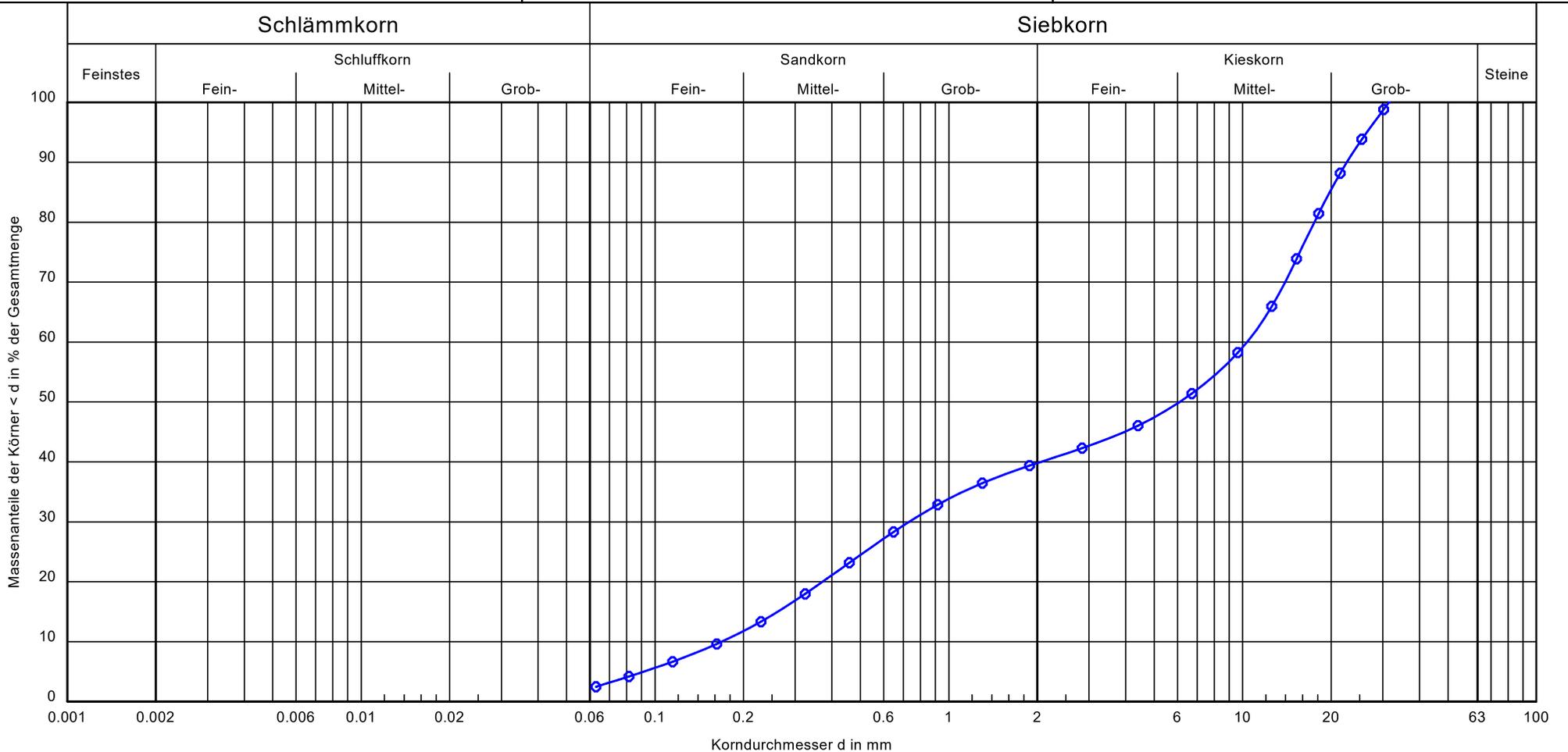
Erschließung Gewerbegebiet "Hainbuche"

Mömlingen  
Siebanalyse

Projektnummer: 2119706

Probe entnommen am: 27.7.2021

Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	RKS 15 + RKS 16
Bodenart:	G, ms, fs', gs'
Tiefe:	2,2 - 5m
k [m/s] (Beyer):	$1.7 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	RKS 15 + RKS 16
U/Cc	61.5/0.3

Bemerkungen:  
Schicht 4

Projektnummer:  
2119706  
Anlage:  
4

		<b>BV</b>				Auftragsnr.: 2119706	
		<b>Gewerbegebiet "Hainbuche", Mömlingen</b>				Anlage: 4	
Bestimmung des <b>Wassergehaltes</b> durch Ofentrocknung nach DIN 18121 Teil 1						Bearbeiter: GG Datum: 23.11.2021	
Bezeichnung der Probe	Beschreibung der Probe siehe Probennahmeprotokoll	GG/RKS 18/Schlaggraben 4,3 - 4,8	GG/RKS 18/Schlaggraben 4,8 - 5,1	GG/RKS 14/Schlaggraben 2 - 7	GG/RKS 7/Schlaggraben 0,1 - 4	GG/RKS 10/Gewerbegebiet Möm 0,8 - 4	GG/RKS 15/ Schlaggraben 0,3 - 3
Behälter - Nr.		C1	C4	C3	C5	A1	A4
Behälter	$m_B$ [g]	119,7	116,7	119,0	117,6	126,8	125,4
Feuchte Probe + Behälter	$m + m_B$ [g]	137,5	142,2	184,5	146,4	150,4	147,7
Trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$ [g]	131,2	128,3	174,6	141,9	146,1	144,0
Wasser	$m - m_d = m_w$ [g]	6,3	13,9	9,9	4,5	4,3	3,7
Trockene Probe	$m_d$ [g]	11,5	11,6	55,6	24,3	19,3	18,6
Wassergehalt	$m_w / m_d = w$ [%]	54,8%	119,8%	17,8%	18,5%	22,3%	19,9%

		<b>BV</b>				Auftragsnr.: 2119706	
		<b>Gewerbegebiet "Hainbuche", Mömlingen</b>				Anlage: 4	
Bestimmung des <b>Wassergehaltes</b> durch Ofentrocknung nach DIN 18121 Teil 1						Bearbeiter: GG Datum: 23.11.2021	
Bezeichnung der Probe	Beschreibung der Probe siehe Probennahmeprotokoll	GG/RKS 11/Schlaggraben 0,3 - 1,4	GG/RKS 8/Schlaggraben 2,5 - 4	GG/RKS 15/Schlaggraben 3 - 5	GG/RKS 3/Am Schlaggraben 2 - 3		
Behälter - Nr.		S13	T1	T8	C2		
Behälter	$m_B$ [g]	99,2	372,6	373,5	123,3		
Feuchte Probe + Behälter	$m + m_B$ [g]	131,1	966,0	1146,5	136,1		
Trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$ [g]	126,0	906,3	1072,1	133,7		
Wasser	$m - m_d = m_w$ [g]	5,1	59,7	74,4	2,4		
Trockene Probe	$m_d$ [g]	26,8	533,7	698,6	10,4		
Wassergehalt	$m_w / m_d = w$ [%]	19,0%	11,2%	10,6%	23,1%		

# **ANLAGE 5**

## **Analyseergebnisse**

### **Bodenaushub mit Bewertung**

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

Bezeichnung	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		721029034	721029035	721029036				
<b>Einstufung:</b>		<b>Z0</b>	<b>Z0</b>	<b>Z1.1</b>				
pH in CaCl2		8,0	7,8	7,6	5,5 - 8	5,5 - 8	5 - 9	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	100	300	500	1000
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	< 1	1	3	5
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,5	< 1	
Benzo[al]pyren	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,5	< 1	
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1	5	15	20
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	0,02	0,1	0,5	1
Arsen (As)	mg/kg TS	8,0	7,7	7,1	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	11	11	13	100	200	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,5	0,6	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	26	27	24	50	100	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	11	11	10	40	100	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	25	25	23	40	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07	0,3	1	3	10
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	40	40	167	120	300	500	1500
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	10	30	100
Eluat								
pH-Wert		8,7	8,7	8,1	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	86	82	138	500	500	1000	1500
Chlorid (Cl)	mg/l	1,5	< 1,0	< 1,0	10	10	20	30
Sulfat (SO4)	mg/l	6,7	2,8	5,4	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 10	10	50	100
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	10	50	100
Arsen (As)	µg/l	< 1	< 1	< 1	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1	< 1	< 1	20	40	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	< 1	< 1	< 1	15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5	< 5	< 5	50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	< 1	< 1	< 1	40	50	150	200
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 1	< 1	3	5
Zink (Zn)	µg/l	< 10	< 10	< 10	100	100	300	600

(n. b. = nicht bestimmt)

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

Bezeichnung	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3	Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2
Bodenart:		Lehm	Lehm	Lehm				
<b>Einstufung</b>		<b>Z0 Lehm/ Schluff</b>	<b>Z0 Lehm/ Schluff</b>	<b>Z1.1</b>				
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	10	30	100
Arsen (As)	mg/kg TS	8,0	7,7	7,1	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	11	11	13	70	140	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,5	1	2	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	26	27	24	60	120	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	11	11	10	40	80	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	25	25	23	50	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	40	40	167	150	300	500	1500
EOX	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	100	300	500	1000
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	3	5	15	20
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,1	0,5	1
Eluat								
pH-Wert		8,7	8,7	8,1	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	86	82	138	500	500	1000	1500
Chlorid (Cl)	mg/l	1,5	< 1,0	< 1,0	250	250	250	250
Sulfat (SO4)	mg/l	6,7	2,8	5,4	250	250	250	250
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	< 5	10	10	50	100
Arsen (As)	µg/l	< 1	< 1	< 1	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1	< 1	< 1	20	25	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	< 1	< 1	< 1	15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5	< 5	< 5	50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	< 1	< 1	< 1	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	< 10	100	100	300	600
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	< 10	< 10	< 10	10	10	50	100

n.b.: nicht berechenbar.

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 72114039**  
**Prüfberichtsnummer: AR-21-JS-005485-01**

**Auftragsbezeichnung: 2119706**

**Anzahl Proben: 3**  
**Probenart: Boden**  
**Probenahmedatum: 01.07.2021, 06.10.2021, 27.07.2021**  
**Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber**

**Probeneingangsdatum: 22.11.2021**  
**Prüfzeitraum: 22.11.2021 - 26.11.2021**

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.

Dr. Angelo Occhipinti  
Prüfleiter  
Tel. +49 6172 1777802

Digital signiert, 29.11.2021  
Mark Christjani  
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
				Probenahmedatum/ -zeit		01.07.2021	06.10.2021	27.07.2021
				Probennummer		721029034	721029035	721029036
BG	Einheit							

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Probenmenge inkl. Verpackung	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	1,9	1,8	1,6
Fremdstoffe (Art)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	84,7	84,4	83,3
pH in CaCl2	AN	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			8,0	7,8	7,6

**Anionen aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5

**Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01<sup>#</sup>**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	8,0	7,7	7,1
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	11	11	13
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,5
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	26	27	24
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	11	11	10
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	25	25	23
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	40	40	167

**Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
TOC	AN	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,1	< 0,1	0,3
EOX	AN	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

**BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Benzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
				Probenahmedatum/ -zeit		01.07.2021	06.10.2021	27.07.2021
				Probennummer		721029034	721029035	721029036
BG	Einheit							

**LHKW aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Dichlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**PAK aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Naphthalin	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
				Probenahmedatum/ -zeit		01.07.2021	06.10.2021	27.07.2021
				Probennummer		721029034	721029035	721029036
BG	Einheit							

**PCB aus der Originalsubstanz**

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
PCB 28	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
PCB 118	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

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

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,7	8,7	8,1
Temperatur pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	20,3	20,3	19,5
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	86	82	138

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

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Chlorid (Cl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,5	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO4)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	6,7	2,8	5,4
Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

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

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

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

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	GG/Möm/B1	GG/Möm/B2	GG/Möm/B3
Phenolindex, wasserdampflich	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

# Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.