

**GEOTECHNISCHES
GUTACHTEN**

Ererschließung Karstweide

Alzenau Michelbach

Auftraggeber: Stadtwerke Alzenau
Siemensstraße 2a
63755 Alzenau

Planer: Planungsbüro Hubert Wilz
Hauptstraße 456
63773 Goldbach

Projektnummer: 1622110

Bearbeiter: Dipl.-Geol. U. Kähler
Dipl.-Geol. J. Brehm

Großostheim, den 14.11.2016

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

Dipl. Geol. J. 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

1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand.....	4
2. Situation.....	5
3. Durchgeführte Arbeiten.....	5
4. Geologie und Bodenaufbau.....	6
4.1. Lagerungsdichte.....	8
4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	9
4.3. Laborversuche	9
4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030	11
5. Bodenrechenwerte	12
5.1. Homogenbereiche DIN 18300 - 2015	14
6. Gründungsempfehlungen Kanalbau	15
6.1. Bettung der Kanäle gemäß DIN EN 1610	15
6.2. Kanalgrabenverfüllung.....	16
6.3. Gründung der Schachtbauwerke.....	18
6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung.....	18
6.5. Empfehlungen Rohrvortrieb	20
6.6. Empfehlungen HDD-Verfahren	25
7. Gründungsempfehlungen Straßenbau	25
8. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA.....	27
9. Schlussbemerkungen	30

A N L A G E N

- | | |
|--|--------------|
| 1. Lageskizze mit Bohransatzpunkten | 1 S. |
| 2. Baugrundschnitte mit Bohr- und Rammprofilen | 6 S. |
| 3. Probenahmeprotokolle | 11 S. |
| 4. Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche | 7 S. |
| 5. Analyseergebnisse Bodenaushub | 8 S. |

1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand

Der Verfasser wurde von den Stadtwerken Alzenau mit einer geotechnischen Untersuchung und einer Schadstoffuntersuchung für die Erschließung (Straßen- und Kanalbau) der Karstweide in Alzenau, OT Michelbach, beauftragt. Die Beauftragung erfolgte gemäß Schreiben vom 18.10.2016 durch Herrn Hynar.

Der Untersuchungsumfang wurde gemäß Angebot vom 12.10.2016 mit dem Auftraggeber abgegrenzt und vereinbart.

Im beauftragten Gutachten waren Aussagen zur Verlegung des Abwasserkanalles und zum Aufbau der Straße zu treffen. Bei Bedarf waren Maßnahmen zur Bodenverbesserung zu empfehlen. Zusätzlich waren vom Verfasser Empfehlungen zur Herstellung des Kanalgrabenverbaus und ggf. zur Wasserhaltung zu geben.

Die orientierende, abfallrechtliche Untersuchung des Bodenaushubes wird ebenfalls in diesem Gutachten dargestellt.

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

- Übersichtslageplan, Maßstab 1:500 / 1:2.000

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

Weiterhin werden im Kapitel 8 die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffuntersuchung des Bodens dargestellt.

2. Situation

Die Stadt Alzenau plant im Norden von Michelbach die Erschließung des Neubaugebietes „Karstweide“. Auf einer Länge von ca. 150 wird eine neue Straße gebaut. Gleichfalls wird im Straßenbereich ein Abwasserkanal verlegt. Dieser wird nach Osten unter der Bundesstraße (St 3202) hindurch geführt und an den bestehenden Kanal am Weibersbach angeschlossen. Die neue Kanalstrecke beträgt ca. 220 m. Die Planung der Maßnahme erfolgt durch das Planungsbüro Wilz aus Goldbach.

Die Verlegetiefe des Abwasserkanals beträgt nach Angabe zwischen ca. 1,5 m und 5,0 m unterhalb des geplanten Straßenniveaus. Grundsätzlich ist die Ausführung des Kanalbaus im Bereich der Erschließungsstraße in offener Bauweise vorgesehen. Im Bereich der Querung des Kanals unter der Bundesstraße ist ein grabenloses Verlegeverfahren notwendig.

3. Durchgeführte Arbeiten

Im Zeitraum vom 26.10. bis 02.11.2016 wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes folgende Arbeiten zur Erkundung des Baugrundes und zur Probenahme von Boden und Grundwasser durchgeführt:

- 4 Rammkernbohrungen im Durchmesser 50/35 mm bis max. 5,0 m unter GOK (RKS1 bis RKS4)
- 4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH1-DPH4) bis maximal 8,0 m u. GOK
- Entnahme von insgesamt 11 gestörten Bodenproben als Rückstellproben und zur bodenmechanischen Prüfung
- Einmessen der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe

- Erstellen von 5 Bodenmischproben aus dem Bohrgut und Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie (M20, Boden, 1997)
- Entnahme einer Wasserprobe und Untersuchung auf betonaggressive Parameter nach DIN 4030
- Ausführung von insgesamt 10 bodenmechanischen Laborversuchen zur Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121 (4 Proben), der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (2 Proben Siebung und Sedimentation, 4 Proben Siebung)

Der Bodenaufbau wurde vor Ort aufgenommen und ist als graphische Darstellung in Form von zwei Baugrundschnitten und als Einzelprofil Darstellung in der Anlage 2 beigefügt. Hier sind auch der Geländeverlauf und die Tiefenlage der geplanten Kanalsohle im Bereich der Aufschlusspunkte ersichtlich.

In der Anlage 3 befinden sich die Probenahmeprotokolle. Die Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen nach LAGA und der Ergebnisse der Wasseruntersuchung auf betonaggressive Stoffe sind in der Anlage 4 dargestellt.

Die Ergebnisse der Geländeuntersuchungen werden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Aufgabenstellungen (Straßenbau, Kanalbau) im vorliegenden Gutachten erläutert und bewertet.

Ebenso erfolgt eine vorläufige abfallrechtliche Deklaration des Bodenaushubes gemäß der LAGA-Richtlinie.

4. Geologie und Bodenaufbau

Die geplante Erschließungsstraße beginnt im Westen nördlich des Dr.-Kihn-Weg und verläuft nach Osten in Richtung der Bundesstraße 3202. An der Straßenböschung, die einen Höhenversprung zur Bundesstraße von ca. 9,0 m aufweist, wird der Abwasserkanal unter der Straße hindurch geführt und an den bestehenden Kanal angeschlossen. Dieser liegt zwischen Radweg und Weibersbach (siehe auch Lageplan, Anlage 1).

Im Bereich des Untersuchungsgebietes liegt die Erschließungsstraße auf einem Niveau von ca. 162,71 m (RKS1) bis ca. 156,52 m (RKS2) und fällt von Westen nach Osten um ca. 6 m ab (siehe auch Lageplan in Anlage 1 und Baugrundschnitte, Anlage 2). Die Geländehöhe am Radweg (RKS4) und an der Bundesstraße beträgt ca. 145,63 m ü. NN.

Gemäß der geologischen Karte von Alzenau stehen im Untersuchungsgebiet Festgesteine des Präkambriums aus Gneis an, die von quartären Hangschuttmassen (Schluff, Hanglehm) und Lößlehm überlagert werden können.

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

- Mutterboden (Schicht 1)
- Schluff (Hang- und Auelehm - Schicht 2)
- Sand (Hangsand, fluviatiler Sand - Schicht 3)
- Gneiszersatz-Gneis (Schicht 4)

Schicht 1 – Mutterboden:

an den Bohrpunkten RKS1 bis RKS3 liegt an der Geländeoberfläche eine braune Mutterbodenschicht aus Schluff und Feinsand vor.

Schicht 2 – Schluff:

Die Bohrungen RKS2 und RKS4 zeigen an der Oberfläche (RKS4) bzw. unterhalb des Mutterbodens eine Schluffschicht. Im Profil RKS2 liegt d ein hell- bis rotbrauner sandig-kiesiger Schluff vor, der als sog. Hanglehm über dem Gneis eingestuft wird. Die Konsistenz des Schluffes war weich bis steif.

Im Profil RKS4 handelt es sich um einen sog. Auelehm des Weibersbaches, der al hellbrauner bis grauer, sandig-kiesiger Schluff vorliegt. Die Konsistenz war hier weich. Ab ca. 1,8 m unter Gelände war der Schluff nass und lag im Grundwasserbereich.

Schicht 3 – Sand:

Das Profil RKS 3 (0,4-0,9 m) zeigt unter dem Mutterboden einen braunen, schluffig-kiesigen Mittelsand, der ebenfalls als Verwitterungsprodukt (Hangsand) des Gneis eingestuft wird.

Im Profil RKS4 (3,0-4,8 m u. GOK) handelt es sich um einen fluviatilen, schluffigen Fein- bis Mittelsand. Aufgrund der Wassersättigung des Bodens lag der Sand in weicher bis breiiger Form vor.

Schicht 4 – Gneiszersatz:

In Tiefen von ca. 0,30 m (RKS1) bis 4,8 m (RKS4) unter Ansatzpunkt wurde in den Bohrungen Gneiszersatz und Gneis angetroffen. Die Zusammensetzung des Zersatzes variiert von feinsandigem Schluff (RKS3) bis zu kiesigem Sand (RKS2, RKS4). Die Bodenfarben des Gneis sind rotbraun, hellgrau, ocker und dunkelgrau.

Mit zunehmender Bohrtiefe im Gneiszersatz erhöhte sich der Bohrwiderstand, so dass alle Bohrungen zwischen ca. 2,3 m (RKS1) und 5,0 m (RKS3, RKS4) eingestellt werden mussten.

4.1. Lagerungsdichte

Die Schichten 1 bis 3 zeigen überwiegend geringe Schlagzahlen (<5) und sind überwiegend als locker gelagert einzustufen. Nur im Profil DPH4 wurde der Sand der Schicht 3 in mitteldichter Lagerung angetroffen.

Am Übergang zum Gneiszersatz (Schicht 4) erfolgt meist eine Zunahme der Lagerungsdichte auf Werte für mitteldicht bis dichte Lagerung. Nur im Profil DPH2 ist der Gneiszersatz durchweg mitteldicht gelagert.

Mit zunehmender Rammtiefe im Gneis (DPH1, DPH3 und DPH4) steigt die Lagerungsdichte auf Werte für dichte bis sehr dichte Lagerung an. In den genannten Rammprofilen war zwischen ca. 2,5 m (DPH1) bis 6,5 m kein Rammfortschritt im Gneiszersatz mehr möglich. Hier ist der Übergang zum kompakten Festgestein zu erwarten.

4.2. Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Die erbohrten Sedimente der Bohrungen RKS1 bis RKS3 zeigten nur eine geringe Bodenfeuchte. Vernässungszonen wurden hier nicht festgestellt.

In den sandigen Zonen des Hanglehmes (Schicht 2), im Hangsand (Schicht 3) und im Gneiszersatz (Schicht 4) ist jedoch das saisonale Auftreten von Schichtwasserhorizonten möglich, obwohl aktuell keine Wasserführung ermittelt wurde. Sollte eine Wasserführung auftreten, ist diese als gering ergiebig einzustufen.

Weiterhin ist eine durchgängige Wasserführung, entlang von Klüften, in tieferen Zonen des Gneises zu erwarten. Aufgrund der Bodenuntersuchungen ist jedoch bisher davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel im Gneis im Bereich der Erschließungsstraße (RKS1 bis RKS3) deutlich unterhalb der geplanten Kanalsohle liegt.

Im Profil RKS4, das unmittelbar am Weibersbach liegt, wurde ab ca. 3,0 m unter Gelände der Grundwasserspiegel angetroffen. Im Bohrloch kam es danach zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels bis ca. 1,8 m unter Gelände, so dass von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen ist.

4.3. Laborversuche

Von den entnommenen Rückstellproben wurde an insgesamt 11 repräsentativen Proben Laborversuche ausgeführt. Der Wassergehalt wurde an 4 Bodenproben bestimmt. Weiterhin wurde an 2 Proben eine Sieb-Schlämmanalyse und an 4 Proben eine Siebung zur Ermittlung der Kornverteilung durchgeführt.

Die Bestimmung der natürlichen Wassergehalte der Proben erfolgte nach DIN 18121, T1, durch Ofentrocknung bis zur Gewichtskonstanz bei 105°C. Die untersuchten Proben wiesen Wassergehalte zwischen ca. 11,0 % (RKS3, Schicht3) und 20,3 % (RKS3, Gneiszersatz) auf. Sämtliche ermittelten Wassergehalte sind in der Anlage 4 dargestellt.

In der Tabelle 1 werden die Ergebnisse der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 wiedergegeben:

Tabelle 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Probe	Bodenart	Bodenart n. DIN 18196	Sandanteil (> 0,06 mm)
RKS2/0,8-2,3 m	Schluff (Schicht 2)	UL/SU	ca. 45 %
RKS3/0,4-0,9 m	Sand (Schicht 3)	SW/SU	ca. 80 %
RKS1/0,3-2,3 m	Gneiszersatz (Schicht 4)	SW/GW	ca. 100 %
RKS2/2,3-3,0 m	Gneiszersatz (Schicht 4)	SW	ca. 95 %
RKS3/3,0-4,0 m	Gneiszersatz (Schicht 4)	SW	ca. 95 %
RKS3/4,1-5,0 m	Gneiszersatz (Schicht 4)	SW	ca. 98 %

Die untersuchten Gneiszersatz wurde als weitgestufter Sande und Kies eingestuft. Der Sandanteil liegt zwischen ca. 95 % und 100 %.

Die beiden Proben aus der Schicht 3 ergaben einen weitgestuften schluffigen Sand mit Sandanteilen von 45 bis 80 %.

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

4.4. Betonaggressivität nach DIN 4030

Gemäß Angebot war eine Untersuchung des Grundwassers auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030 erforderlich.

Die Bohrung RKS4 wurde als temporärer Pegel ausgebaut und aus dem Pegel wurde eine Wasserprobe aus ca. 3,5 m Tiefe unter Gelände entnommen. Das Grundwasser wurde auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030 untersucht.

Die untersuchte Wasserprobe JK/KW/RKS4/GW wies für die maßgeblichen Parameter nach DIN 4030 geringe Messwerte auf. Die ermittelten Werte für pH-Wert, kalkaggressives Kohlendioxid, Ammonium, Magnesium und Sulfat lagen unterhalb des jeweiligen Wertebereiches für „nicht angreifende“ Wasser gemäß der o.g. Norm.

Das untersuchte Wasser ist demnach als nicht betonangreifend zu bewerten.

Maßnahmen zum Schutz des Kanalrohres gegen betonaggressives Grundwasser sind anhand der Untersuchungsergebnisse nicht erforderlich.

5. Bodenrechenwerte

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

Tabelle 2: Bodenkennwerte

Bodenart	Mutterboden (Schicht 1)	Schluff (Schicht 2)
Hauptgemengteil	Schluff, Feinsand	Schluff
Beimengungen	Humus, Kies	Feinsand, Mittelsand, Kies
Farbe	rotbraun, braun	rotbraun, hellbraun, grau
Lagerungsdichte	locker	locker
Konsistenz	--	weich - steif
Wassergehalt	bodenfeucht	bodenfeucht – nass
Wichte γ [kN/m ³] n. DIN 1055	ca. 14,0	ca. 18,0 – 19,0
Wichte γ' [kN/m ³] n. DIN 1055	ca. 4,0	ca. 8,0 – 9,0
Bodenklasse n. DIN 18196	OH	UL, SU
Bodenklasse n. DIN 18300	1	4
Reibungswinkel φ' n. DIN 1055	ca. 20°	ca. 25° bis 27,5°
Kohäsion c' [kN/m ²] n. DIN 1055	0,0	0,0 – 2,0
Frostklasse n. ZTVE-StB 09	F3	F3
Verdichtungs-kategorie ZTVE-StB 09	--	V3
Steifemodul E, [kN/m ²]	ca. 500	ca. 4.000 - 6.000

Fortsetzung Tabelle 2: Bodenkennwerte

Bodenart	Sand (Schicht 3)	Gneiszersatz, Gneis (Schicht 4)
Hauptgemengteil	Mittelsand	Gneis, zersetzt, kiesig/sandig bis schluffig
Beimengungen	Feinsand, Kies, Schluff	--
Farbe	braun	--
Lagerungsdichte	locker	mitteldicht – sehr dicht
Konsistenz	--	--
Wassergehalt	bodenfeucht	bodenfeucht
Wichte γ [kN/m ³] n. DIN 1055	ca. 18,0	ca. 19,0 – 23,0
Wichte γ' [kN/m ³] n. DIN 1055	ca. 8,0	ca. 9,0 - 13,0
Bodenklasse n. DIN 18196	SW-SU	SW/SU/Zv-Z
Bodenklasse n. DIN 18300	3-4, 5 möglich	3-4, 6-7, 5 möglich
Reibungswinkel ϕ' n. DIN 1055	ca. 27,5° bis 30,0°	ca. 30° - 34,0°
Kohäsion c' [kN/m ²] n. DIN 1055	0,0	0,0 – 150,0
Frostklasse n. ZTVE-StB 09	F3	F2-F3
Verdichtungsstufe ZTVE-StB 09	V3	V2-V3
Steifemodul E_s [kN/m ²]	ca. 6.000 – 10.000	ca. 40.000 – > 100.000

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

In den Schichten 3 und 4 ist das Auftreten von Steinen und Blöcken der Bodenklasse 5 möglich. In der Schicht 4 kann zudem Fels der Bodenklassen 6 und 7

auftreten, der Meißelarbeiten zum Lösen erfordert. Dies sollte bei der Ausschreibung der Kanalbauarbeiten berücksichtigt werden.

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 können die Schichten 2 bis 4 aufgrund ähnlicher Zusammensetzung und bodenmechanischer Eigenschaften zusammengefasst werden, so dass sich nur drei Homogenbereiche ergeben. In den Baugrundschnitten der Anlage 2 ist die Zuordnung und Abfolge der Homogenbereiche grafisch dargestellt.

Tabelle 4: Homogenbereiche n. DIN 18300 – 2015

Homogenbereich	Bodenschicht	Beschreibung
A	Mutterboden	humoser Oberboden aus Schluff / Feinsand, Schicht 1
B	Schluff, Sand, Gneiszersatz	Schluff, sandig-kiesig, weich - steif; Schicht 2; Sand, schluffig-kiesig, locker gelagert, Schicht 3; zersetztes Festgestein aus Gneis, schluffig bis sandige Zusammensetzung, locker - mitteldicht gelagert; Schicht 4
C	Gneis, verwittert - kompakt	verwittertes bis kompaktes Festgestein aus Gneis, sandig-kiesige Zusammensetzung, dicht bis sehr dicht gelagert; Schicht 4

Es ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Schadstoffbelastungen in den Homogenbereichen, eine getrennte Behandlung verschiedener Chargen erfordern können, obwohl diese im Sinne der Norm dem gleichen Homogenbereich zuzuordnen sind.

6. Gründungsempfehlungen Kanalbau

Im Untersuchungsgebiet wird ein Abwasserkanal im Durchmesser DN 300 verlegt. Die Verlegetiefe beträgt nach Angabe der Planunterlagen zwischen ca. 1,5 m (RKS2) bis ca. 5,0 m (RKS3) unterhalb des vorhandenen Straßenniveaus.

Die geplante Kanalsohle befindet sich anhand der Bohrerergebnisse überwiegend im Gneis der Schicht 4 (Homogenbereich B) und kann dort teilweise auch in den kompakten Gneisen (Homogenbereich C) zu liegen kommen. Dies ist z.B. im Bereich der Bohrung RKS1 und RKS3 der Fall.

Im tieferliegenden Teil der Kanaltrasse (Bereich RKS4) am Radweg erfolgt eine Gründung des Kanales in der Schicht 2 (Schluff).

Insgesamt ergibt sich für die Kanalstrecke eine recht homogene Zusammensetzung des Bodens in der Kanalsohle, die nur in Teilbereichen Zusatzmaßnahmen zur Bettung der Kanäle erfordern kann.

6.1. Bettung der Kanäle gemäß DIN EN 1610

Gemäß DIN EN1610 ist bei einer Bettung der Rohre innerhalb der Schicht 4 (Gneiszersatz, Gneis) eine untere Bettungsschicht mit einer Stärke von 0,10 m ausreichend. Im Bereich von dicht gelagertem Fels in der Schicht 4 (Homogenbereich C) sollte die Bettungsschicht gemäß DIN auf ca. 0,15 m erhöht werden.

In Teilbereichen können innerhalb der Schicht 4 erhöhte steinige Anteile auftreten (Steine oder Blöcke). Sedimentbereiche in der Rohrsohle mit zu hohem Steinanteil sind, nach Maßgabe des Gutachters, ggf. gegen feinkörnigeres Material (maximale Korngröße 40 mm) auszutauschen.

Die Positionierung des Kanales unter der Bundesstraße in der Schicht 2 (Bereich RKS4) erfolgt mittels Rohrvortrieb, so dass hier keine Maßnahmen zur Bettung möglich sind.

Sollte die Kanalsohle in Teilbereichen (RKS1 bis RKS2) doch in den Schluffen der Schicht 2 mit weicher Konsistenz liegen, ist die Mächtigkeit der Bettungsschicht zu erhöhen und ein Geotextil einzubauen. Wir empfehlen zunächst eine Mächtigkeit der Bettungsschicht von ca. 0,20 m. Unterhalb der Schicht ist zusätzlich ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 auf dem weichen Schluff auszulegen.

Als Material der Rohrbettung 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.

Grundsätzlich sind Auflockerungen des Bodens in der Kanalsohle zu vermeiden. Die Aushubsohle ist vor dem Einbau der o.g. Bettungsschicht und des Kanalrohres möglichst eben herzustellen. Dies kann z.B. durch den Einsatz eines Böschungslöffels mit Schneide in den Schichten 2 und 4 erfolgen. In Bereichen der Aushubsohle mit kompaktem Fels (Homogenbereich C) sind unter Umständen Meißelarbeiten zur Erreichen der Kanalsohle erforderlich. Dies sollet bei der Ausschreibung der Maßnahme berücksichtigt werden.

Es ist darauf zu achten, dass die Aushubsohle in Bereichen der Schicht 2 (Schluff) oder schluffig-tonig verwittertem Gneis (Schicht 4) nicht über längere Zeit der Witterung (Niederschläge) ausgesetzt wird. Unmittelbar nach dem Aushub sollte die Sohle mit der Bettungsschicht überdeckt werden. Im Fall einer Durchfeuchtung können diese Böden aufweichen und ihre Tragfähigkeit damit teilweise verlieren.

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% (nichtbindige 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 der Schichten 2 bis 4 (Schluff, Sand, Gneiszersatz) ist meist der Verdichtungsklasse V3 zuzuordnen und ist zum Wiederverfüllen in den Kanalgraben grundsätzlich nicht geeignet.

Unter Umständen können sandig-steinige Partien der Schicht 4 zur Rückverfüllung verwendet werden, soweit der geplante Ablauf des Kanalbaues eine chargenweise Rückverfüllung des ausgehobenen Bodens zulässt und keine erhöhten Schadstoffgehalte im Boden (siehe Kapitel 8) vorliegen. Bei zu geringen Längen der Bauabschnitte ist oft eine Rückverfüllung nicht wirtschaftlich möglich (Zwischenlagerung, An-Abtransport, etc.).

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich der Gneiszersatz nur bei einem optimalen Wassergehalt einbauen und verdichten lassen. 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.

In den Sedimenten der Schichten 2 und 4 können bereichsweise Steine der Bodenklasse 5 n. DIN 18300 auftreten, die für den Einbau im Kanalgraben nicht geeignet sind. Diese sind grundsätzlich, z.B. durch Absieben, aus dem zur Rückverfüllung geplanten Boden zu entfernen.

Wir empfehlen den zur Grabenverfüllung vorgesehenen Boden vor dem Einbau vom Gutachter überprüfen zu lassen. Ggf. sind zur Beurteilung der Einbaufähigkeit der Böden weitere bodenmechanische Laborversuche (z.B. Bestimmung der Proctordichte) erforderlich.

Bei der Erneuerung des Kanalsystems ist auf eine sorgfältige Verdichtung der Grabenverfüllung zu achten. Wir empfehlen den Einbau und die Verdichtung

des Verfüllmaterials durch geeignete Verdichtungskontrollen (Plattendruckversuche, Rammsondierungen) überwachen zu lassen.

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 direkt auf dem Gneis (Schicht 4) abgesetzt werden. Alternativ kann die Aushubsohle auch mit einer Schicht aus Magerbeton gleicher Schichtdicke ausgeglichen werden. Dies ist insbesondere beim Auftreten von steinigen Zonen in der Schicht 4 zu empfehlen.

Eine Verstärkung der Bettungsschicht, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, kann in Bereichen mit Schluff der Schicht 2 in weicher Konsistenz erforderlich werden. Die erforderliche Mächtigkeit der Austauschschicht wird vorab mit ca. 0,20 m angesetzt, ist aber im Einzelfall vom Verfasser festzulegen und ggf. an die aktuellen Bodenverhältnisse anzupassen.

Die Aushubsohle in der Schicht 4 sollte vor dem Einbau der Schächte sorgfältig nachverdichtet werden.

6.4. Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Böschung / wasserdurchlässiger Verbau:

Im Bereich der Erschließungsstraße und bis zur Straßenböschung (RKS3) kann der Kanalgraben geböscht angelegt werden. Gemäß DIN 4124 ist in den Schichten 1 bis 4 ein Böschungswinkel von 45° einzuhalten. Im kompakten, dicht gelagerten Gneis (Homogenbereich C) kann der Böschungswinkel, in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge, auf bis zu 70° erhöht werden. Die Böschung im Fels sollte vom Verfasser, zur Festlegung des Böschungswinkels, beurteilt werden.

Es wird empfohlen die Kanalgrabenböschungen zum Schutz gegen Erosion durch Niederschläge mittels einer Folie abzudecken.

Bei Verzicht auf eine Böschung des Kanalgrabens ist, unter Berücksichtigung der erforderlichen Grabentiefe von bis zu ca. 5,2 m (Kanalsole und Bettungsschicht) unter Straßenniveau und des angetroffenen Bodenaufbaus, ein senkrechter Verbau erforderlich.

Zur Sicherung des Kanalgrabens empfehlen wir die Ausführung eines Verbaus als eingestellter Verbau nach DIN 18303. Dieser sollte mindestens zweifach gestützt ausgeführt und aushubbegleitend eingebracht werden.

Es kann in der Zone von RKS1 bis RKS3 ein wasserdurchlässiger Verbau ausgeführt werden. Wir empfehlen die Sicherung des Kanalgrabens z.B. mittels großflächigen Stahlverbauplatten, die im Einstell- oder Absenkverfahren eingebracht werden können. Das partielle Auftreten von gering ergiebigen Sickerwasserzutritten ist möglich, so dass im gesamten Bereich des Kanalgrabens eine innenliegende Tagwasserhaltung vorgehalten werden sollte. Dies kann insbesondere in sandigen Partien des Gneiszersatzes (Schicht 4) oder in den Sanden (Schicht 3) vorkommen. Aktuell wurden in der Zone RKS1 bis RKS3 jedoch keine Sickerwasserhorizonte oder Vernässungszonen ermittelt.

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.

Wasserundurchlässiger Verbau:

Im tiefliegenden Bereich der Kanaltrasse am Radweg (RKS4) wird der Grundwasserspiegel erreicht. Hier liegen außerdem gespannte Grundwasserverhältnisse vor, so dass ein wasserundurchlässiger Verbau für die Herstellung der Start-/Zielgrube bzw. die Ausführung der Schachtbauwerke erforderlich wird.

Wir empfehlen die Ausführung einer Spundwand in Kombination mit einer offenen Wasserhaltung innerhalb des Verbaus.

Der Verbau kann aus unserer Sicht, je nach statischen Erfordernissen und Wahl des Profils, als ausgesteifter Spundwandkasten ausgeführt werden. Die Ausführung des Verbaus ist mit einem Statiker abzustimmen.

Für die Spunddielen sind folgende charakteristische Erfahrungswerte der Mantelreibung in den unterschiedlichen Bodenschichten ansetzbar:

Schluff (Schicht 2):	0,0 kN/m ²
Sand, locker – mitteldicht (Schicht 3):	20,0 kN/m ²
Gneiszersatz, mitteldicht (Schicht 4):	60,0 kN/m ²
Gneiszersatz, dicht-sehr dicht (Schicht 4):	75,0 kN/m ²

Die Spunddielen sollten soweit wie möglich in den Gneis der Schicht 4 geführt werden, um die zu fördernde Wassermenge innerhalb des Verbaus möglichst gering zu halten. Gleichfalls wird mit der o.g. Einbindung der Spunddielen die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches vermieden. Die Spundwand bindet dann in den als Stauhorizont einzustufenden Gneis (Schicht 4) unterhalb der fluviatilen Sande (Schicht 3) ein, so dass in diesem Fall nur geringe Wassermengen abzuführen wären. Es ist darauf zu achten, dass die Spunddielen Schloss in Schloss niedergebracht werden, um eine möglichst geringe Wasserdurchlässigkeit zu erhalten.

In der Anfangsphase der Wasserhaltung ist mit einer zu fördernden Wassermenge in einem ca. 4 m x 4 m großen Spundwandkasten von ca. 10 m³ zu rechnen, um die Kanalsole zu erreichen. Im Verlauf der Wasserhaltung gehen wir von einer abnehmenden Wassermenge aus. Der Zufluss in die Baugrube richtet sich nach den Bodenverhältnissen an der Sohle des Verbaus und wird vorab mit ca. 5 m³/h abgeschätzt.

Die Wasserhaltung ist bis zur Fertigstellung der Schachtbauwerke durchzuführen, um eine ausreichende Sicherheit gegen Auftrieb zu erhalten.

6.5. Empfehlungen Rohrvortrieb

Zur Querung der Straße St3202 und des Radweges ist die Kanalverlegung mittels eines grabenlosen Verfahrens erforderlich. Nach derzeitigem Kenntnisstand bewerten wir die Ausführung eines Rohrvortriebes zur Verlegung des Kanals unter der Straße als grundsätzlich ausführbar.

Der Vortrieb wird hier voraussichtlich in den Schluffen der Schicht 2 ausgeführt. Westlich der Straße, im Zielbereich des Vortriebes können die Gneise am Fuß der Böschung mit dem Vortrieb erreicht werden. Wir empfehlen am geplanten Zielschacht durch weitere Bohrungen den Bodenaufbau zu überprüfen.

Die anstehenden weichen Schluffe (Schicht 2) und ggf. die Sande (Schicht 3), in denen der Rohrvortrieb auszuführen ist, sind nach derzeitigem Kenntnisstand durch ein Vortriebsverfahren lösbar. Sollten auf der westlichen Straßenseite Gneise oder größere Gerölle angetroffen worden, müssen diese Gesteine gebrochen und zerkleinert werden.

Einstufung der Böden nach DIN 18139:

Die für den Bereich des Rohrvortriebes anstehenden Böden und Festgesteine sind nach DIN 18139 in die folgenden Klassen einzustufen. Für die nicht bindigen Lockergesteine richtet sich die Einstufung nach der Kornzusammensetzung, der Lagerungsdichte und dem Größtkorn. Für die bindigen Böden sind die Konsistenz und der organische Anteil zur Einstufung relevant. Bei den Festgesteinen sind die einaxiale Druckfestigkeit und der Trennflächenabstand maßgeblich.

Tabelle 5: Einstufung der Böden n. DIN 18139

Schicht	Bodenklasse nach DIN 18139	Zusatzklasse
Schicht 2: Schluff (Auelehm), sandig-kiesig, weich	LBM1 – LBM2	--
Schicht 3: Sand, Feinsand, schluffig, locker – mitteldicht	LNW1 – LNW2	S3 möglich
Schicht 4: Felszersatz (Gneis), Sand, kiesig, schluffig, locker - mitteldicht	FZ1 – FZ2	S3 möglich
Schicht 4: Gneis, schwach bis mäßig verwitterter Fels	FZ3 – FZ4	--

In den Böden der Schichten 2 und 3 ist das Auftreten von Geröllen möglich, die im ungünstigsten Fall einen Durchmesser von 600 mm (Zusatzklasse S3) überschreiten können. Dies ist beim geplanten Rohrvortrieb, insbesondere an der Westseite der Straße, zu berücksichtigen. Die Schicht 4 wurde nur vorsorglich in die Tabelle 5 aufgenommen. Nach derzeitigem Kenntnisstand liegt die Vor-

triebsstrecke noch in den Schichten 2 und 3. Inwieweit der Gneis im Bereich der Strecke westlich der Straße vorkommt müsste noch erkundet werden.

Für die vorliegenden Bodenverhältnisse der o.g. Böden ist als **Vortriebsverfahren ein Mikrotunnelbauverfahren mit Spülförderung** zu empfehlen. Dieses Verfahren eignet sich erfahrungsgemäß auch für Vortriebe unterhalb des Grundwassers, wie im vorliegenden Fall, da die Ortsbrust hydraulisch gestützt werden kann.

Der Austrag des Ausbruchmaterials an der Ortsbrust erfolgt bei diesem Verfahren mit dem eingesetzten Spülmittel. Größere Steine können an der Ortsbrust mittels Kegelbrecher auf einen förderfähigen Durchmesser zerkleinert werden. Der Einsatz eines Kegelbrechers kann beim Auftreten von Geröllen in den Schichten 2 und 3, sowie beim Anfahren der Schicht 4, notwendig werden.

In den weichen Schluffen der Schicht 2 kann unter Umständen eine Erddruckstützung der Ortsbrust erforderlich werden, da hier nur von einer kurzzeitigen Standsicherheit der Ortsbrust auszugehen ist.

Wir empfehlen die genannten Faktoren bei der Dimensionierung und Ausführung des Rohrvortriebes zu berücksichtigen.

Ermittlung der Vortriebskräfte des Rohrvortriebes:

Nachfolgend werden die erforderlichen Vortriebskräfte zum Abbau des anstehenden Bodens an der Ortsbrust überschlägig abgeschätzt. Die Lastangaben sind nur als Anhaltswerte zu verstehen. Sie sind nach Vorliegen der endgültigen Planung und einer eventuell damit verbundenen Veränderung der Tiefenlage zu überprüfen und im Rahmen der Baumaßnahme an die örtlichen Randbedingungen anzupassen.

Die Summe der Vortriebskräfte setzt sich generell zusammen aus

- dem Brustwiderstand des Bohrkopfes an der Ortsbrust
- der Mantelreibung an der Vortriebsmaschine bzw. des Rohrstranges

Bei der überschlägigen Ermittlung der Vortriebskräfte werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Der Rohrvortrieb erfolgt sowohl in den weichen Schluffen, als auch in überwiegend mitteldicht gelagerten schluffigen Sanden.

- Bei der Ermittlung der Vortriebskräfte werden die Bodenkennwerte aus Tabelle 2 berücksichtigt.
- Die Vortriebskräfte wurden ohne den Einfluss von Grundwasser angesetzt und sind somit als Maximalwerte zu verstehen.
- Gemäß dem geplanten Rohrdurchmesser werden die Vortriebskräfte für einen Rohrvortrieb DN 300 ermittelt. Bei der Verwendung eines anderen Durchmessers des Vortriebes sind die unten aufgeführten Vortriebskräfte dementsprechend anzupassen.

Ermittlung des Brustwiderstandes (Eindringwiderstand des Bodens an der Ortsbrust):

Zur Abschätzung des zu erwartenden Brustwiderstandes werden die orientierenden Werte nach Herzog herangezogen. Hierbei handelt es sich um Tabellenwerte, die auf Erfahrungswerten beruhen.

Die Kraft W_{Sch} zum Vorpressen einer kreisförmigen Schildschneide ist dann gemäß nachfolgender Gleichung zu ermitteln:

$$W_{Sch} = \pi * D_{Sch} * p_{sch} * t \text{ [kN]}$$

Hierbei ist p_{sch} [kN/m²] der spezifische Brustwiderstand und t die Wanddicke der Schildschneide, die mit ca. 0,10 m angesetzt wurde. Gemäß Herzog kann für den Schluff (Schicht 2) der Brustwiderstand mit ca. 400 kN/m² angesetzt werden. Für die Sande (Schicht 3) ergeben sich Widerstandswerte von ca. 2000 bis 4000 kN/m² (im Mittel: 3.000 kN/m²).

Die erforderliche Kraft W_{Sch} zum Vorpressen einer kreisförmigen Schildschneide beträgt gemäß o.g. Gleichung ca. 38 kN in den Schluffen (Schicht 2) und ca. 285 kN in den Sanden (Schicht 3).

Ermittlung der Mantelreibung des Rohrstranges nach Szechy:

Ohne die Verwendung von Gleitmitteln kann beim Vortrieb von Betonrohren eine Mantelreibung in den Schluffen zwischen ca. 35 bis 40 kN/m angesetzt werden. In den Sanden und Kiesen beträgt die Mantelreibung ca. 50-100 kN/m. Bei Verwendung von Bentonit als Stütz- und Gleitmittel zwischen der Rohrmantelfläche und dem Boden lässt sich der Wert der Mantelreibung bei trockener Gleitreibung deutlich reduzieren. Bei der Verwendung von Bentonit kann

im günstigsten Fall z.B. eine Abminderung der Mantelreibung auf $< 10 \%$ der o.g. Reibungswerte erzielt werden.

Die vorhergenannten Werte sind als Anhaltswerte zu verstehen und können im konkreten Fall deutlich variieren, so dass die tatsächlich auftretenden Zahlenwerte der Mantelreibung erst während des Rohrvortriebes ermittelbar sind.

Herstellung von Start- und Zielschächten für den Rohrvortrieb:

Die Abmessungen für Start- und Zielschacht richten sich nach den Maßen und dem Platzbedarf des Vortriebsgerätes sowie der Länge der eingesetzten Vortriebsstücke. Aufgrund des empfohlenen Verfahrens des Rohrvortriebes ist ein senkrechter Verbau am Startschacht als Widerlager des Bohrgerätes erforderlich. Auch im Bereich des Zielschachtes sollte, aufgrund der Nähe zum Vorfluter und des ermittelten Grundwasserstandes, ein senkrechter Verbau ausgeführt werden. Die Baugrubenwände von Start- und Zielschacht sind senkrecht verlaufend herzustellen und konstruktiv zu sichern.

Herstellung der Verbauwände von Start- und Zielschacht:

Gemäß den Untergrunderkundungen stehen im Bereich des Schachtes bei RKS4 weiche Schluffe an. Die erforderliche Verbautiefe bis zur Schachtsohle beträgt hier ca. 2,5 m am Bohrpunkt RKS4.

Unter Berücksichtigung der im Bereich der Schächte vorgesehenen Verlegetiefe des Kanals liegt dieser unterhalb des Grundwasserspiegels, so dass eine innenliegende Wasserhaltung erforderlich wird. Anfallendes Grundwasser ist über eine offene Wasserhaltung abzupumpen. Weiterhin ist die Sohle des Schachtes mit einer Kies- oder Schotterschicht von mindestens 0,30 m Mächtigkeit und einem Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 zu befestigen, um ein ausreichend tragfähiges Planum zu erhalten. Ggf. kann auch eine zusätzliche Betonschicht erforderlich werden.

Zur Gewährleistung der Standsicherheit der Baugrubenwände der Schächte ist ein wasserundurchlässiger Verbau erforderlich. Hier empfehlen wir jeweils die Ausführung eines Spundwandkastens mit entsprechender Aussteifung. Die Spunddielen sind im Schloss niederzubringen und ausreichend statisch zu dimensionieren.

Hinsichtlich der Aussteifung der Baugrube empfehlen wir, insbesondere innerhalb des Startschachtes, den Einbau von Rahmenelementen (Gurtung) vorzuse-

hen, um ein ausreichend steifes Widerlager für den Rohrvortrieb zu erhalten. Der Umfang der Aussteifung der Baugrube ist in Abhängigkeit des verwendeten Verfahrens des Rohrvortriebes zu sehen und statisch zu bemessen.

6.6. Empfehlungen HDD-Verfahren

Als Alternative zum im Kapitel 6.5. genannten Verfahren der Kanalverlegung wäre für die nach derzeitigem Kenntnisstand vorliegenden Bodenverhältnisse auch die Ausführung einer steuerbaren, sog. **Horizontalbohrung im HDD-Verfahren** (Horizontal Direct Drilling) denkbar. Wir empfehlen die Ausführung dieses Verfahrens zu prüfen.

Das HDD-Verfahren eignet sich erfahrungsgemäß auch für dicht gelagerte Böden und Festgestein sofern ein Rollenbohrkopf (= Rollenmeißel) oder ggf. eine Hartgesteinsbohrkrone verwendet werden. Die Bodenkennwerte der Tabelle 5 gelten zur Abschätzung des geeigneten Verfahrens ebenfalls.

In diesem Fall könnte der Kanal bereits von der Böschung (westlich Bereich RKS3) aus durch den Gneis und anschließend unter der Straße hindurch geführt werden, sofern das Kanalrohr mit dem dabei auftretenden größeren Gefälle verlegt werden kann. Zudem würden die geplanten Schächte in der Böschung (Schacht 8 bis 10) voraussichtlich entfallen. Das zu verwendende Kanalrohr müsste bei diesem Verfahren ausreichend duktil sein, um den erforderlichen Ausrundungsradius beim Bohrvorgang erreichen zu können.

7. Gründungsempfehlungen Straßenbau

Aufgrund der Lage des Untersuchungsgebietes als Sackgasse in einem Wohngebiet ist nur mit geringem Aufkommen von Schwerverkehr zu rechnen, so dass als Ansatz der Belastungsklasse die Kategorie Bk1,0 gemäß RStO 12 gewählt werden sollte.

Unter Berücksichtigung des überwiegend nicht frostsicheren Untergrundes (Frostempfindlichkeitsklasse F3) im Straßenbereich ergibt sich eine Mindestdi-

cke des frostsicheren Straßenoberbaus von ca. 0,60 m für die Belastungsklasse Bk1,0. Gemäß Tafel 1 der RStO (Bauweise mit Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht, Zeile 1) sollte der Aufbau der Straße dann 9,65 m mit einer ca. 0,47 m mächtigen Frostschutzschicht betragen.

Auf dem Ausgangsplanum (= Unterkante Frostschutzschicht) ist für die Herstellung der Tragschicht im Straßenbereich ein E_{v2} -Wert von $> 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Eine Nachverdichtung des Planums und eine Prüfung der Tragfähigkeit mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 sind zu empfehlen. Bei Nachweis ausreichender Tragfähigkeit ($\geq 45 \text{ MN/m}^2$) auf dem Planum, kann die Frostschutzschicht direkt auf dem anstehenden Boden der Schichten 2 bis 4 angeordnet werden.

Sollten die o.g. Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum nicht erreicht werden, sind zur Verbesserung der Tragfähigkeit zusätzliche Maßnahmen zu empfehlen. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann dies in Zonen der Fall sein in denen das Planum im Schluff (Schicht 2) mit weicher Konsistenz liegt.

In diesem Fall ist der Boden um ca. 0,10 m tiefer auszukoffern und auf dem Aushubplanum ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 gemäß FGSV-Merkblatt nach Stand der Technik auszulegen.

Anschließend ist eine zusätzliche Schicht, von ca. 0,10 m Mächtigkeit, aus gebrochener Natursteinkörnung (z.B. 0/56 mm; nicht frostempfindliches Material der Klasse F1 n. ZTVE-Stb) aufzubringen. Die Körnung der Zusatzlage und das Material für die Frostschutzschicht ist in Lagen von bis zu 0,20 m Mächtigkeit einzubauen und mittels geeignetem Verdichtungsgerät ($> 6 \text{ MP}$) kreuzweise in mindestens drei Übergängen zu verdichten.

Auf dem Abschlußplanum (= Oberkante Tragschicht) ist gemäß RStO 12 ein E_{v2} -Wert von $\geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk1,0) mit einem Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ nachzuweisen. Wir empfehlen dazu die Ausführung von statischen Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134.

Der Straßenoberbau ist dann gemäß der RStO 12 in der entsprechenden Bauklasse herzustellen.

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

8. Orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach LAGA

Zur chemisch-analytischen Untersuchung des Bodenaushubs wurden vom Verfasser fünf repräsentative Mischproben von der Auffüllung und vom Bodenaushub aus den Bohrungen entnommen.

Die Probenbezeichnungen lauten z.B. "JK/KW/MP1".

In der folgenden Tabelle 6 sind die unterschiedlichen Proben mit den zugehörigen beprobten Abschnitten und Bodenarten dargestellt:

Tabelle 6: Bodenproben und beprobte Bereiche

JK/KW/...	Schichten / beprobte Tiefenbereiche / Bohrung
MP1	Gneiszersatz (Schicht 4) / 0,3-2,3 m / RKS1
MP2	Schluff (Schicht 2) / 0,3-2,3 m / RKS2
MP3	Gneiszersatz (Schicht 4) / 0,9-4,1 m / RKS3
MP4	Schluff (Schicht 2) / 0,0-1,0 m / RKS4
MP5	Schluff (Schicht 2) / 1,0-3,0 m / RKS4

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 vorläufigen, abfallrechtlichen Einstufung des anfallenden Bodenaushubs aus dem Bereich der Kanaltrasse.

Zur Bewertung der Bodenanalytik, in Bezug auf eine abfallrechtliche Einstufung, dient 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 (2005; „sog. Eckpunkt Papier“) als Bewertungsgrundlage gültig.

In der LAGA-Liste und im „Eckpunktepapier“ 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: Einbau / Ablagerung in Deponien, Bewertung nach Deponieverordnung

In den untersuchten Proben waren zum Teil Messwerterhöhungen bei den Schwermetallen Chrom, Kupfer, Nickel und Zink (meist im Feststoff) vorhanden. Die daraus resultierende Einstufung der Proben und Bodenarten nach der LAGA und dem Eckpunktepapier ist in der Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Bodenproben und Gesamteinstufung LAGA / Eckpunktepapier

Bodenprobe	Bodenart (Schicht)	Gesamteinstufung LAGA-Boden	Gesamteinstufung Eckpunktepapier
MP1	Gneiszersatz (Schicht 4)	Z0	Z0
MP2	Schluff (Schicht 2)	Z1.1	Z1.1
MP3	Gneiszersatz (Schicht 4)	Z1.2	Z1.2
MP4	Schluff (Schicht 2)	Z0	Z0
MP5	Schluff (Schicht 2)	Z1.1	Z1.1

Schluff (Schicht 2):

In der Schicht 2 liegen z.T. (MP2, MP5) erhöhte Schwermetallgehalte für Chrom, Kupfer und Nickel vor, die den Z0-Wert der LAGA und des Eckpunktapiers überschreiten.

Die erhöhten Schwermetallgehalte sind geogen bedingt und können im Bereich der Hanglehme und Gneise vorkommen.

Es erfolgt für den **Schluff (Schicht 2)** eine **Einstufung** des Bodenaushub in die **Einbauklasse Z0 (MP1) bis Z1.1 (MP2, MP5)** gemäß der LAGA-Liste für Boden und des Leitfadens zu den Eckpunkten.

Aufgrund der Einstufung von Teilchargen des Schluffes in die Einbauklasse Z1.1. sind diese Chargen nicht frei verwertbar und sind als eingeschränkt verwertungsfähig einzustufen. Eine Verwertung im Rahmen der LAGA-Richtlinie ist beispielsweise nur mit einem Flurabstand > 1,0 m möglich. Ein Erosionsschutz ist nicht notwendig.

Es ist davon auszugehen, dass sich erhöhte Verwertungskosten gegenüber Material der Einbauklasse Z.0 nach LAGA ergeben.

Eine Rückverfüllung im Rahmen der Baumaßnahme ist aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften des Schluffes nicht möglich.

Gneiszersatz (Schicht 4):

Auch in einer Probe aus dem Gneiszersatz (MP3, RKS3) wurden erhöhte Schwermetallgehalte für Chrom, Nickel und Zink ermittelt. Insbesondere der Chromgehalt übersteigt mit 134 mg/kg den Z1.1-Wert nach LAGA, so dass diese Probe in die Einbauklasse Z1.2. einzustufen ist.

Die Probe MP1 (RKS1) zeigte keine Messwerterhöhungen.

Es erfolgt für den **Gneiszersatz (Schicht 4)** eine **Einstufung** des Bodenaushub in die **Einbauklasse Z0 (MP1) bis Z1.2 (MP3)** gemäß der LAGA-Liste für Boden und des Leitfadens zu den Eckpunkten.

Die Bereiche mit einer Einstufung in die Einbauklasse Z1.2. sind nicht frei verwertbar und sind somit als eingeschränkt verwertungsfähig einzustufen. Eine Verwertung im Rahmen der LAGA-Richtlinie ist beispielsweise nur mit einem Flurabstand > 1,0 m und einem Erosionsschutz möglich. Es ist davon auszugehen, dass sich erhöhte Verwertungskosten gegenüber Material der Einbauklasse Z.0 nach LAGA ergeben.

Aufgrund der unterschiedlichen Analyseergebnisse empfehlen wir die auffälligen Bereiche (Z1.1 / Z1.2) des Bodenaushubes (je 500 m³) im Zuge des Bauablaufes erneut zu beproben, um ggf. eine günstigere Einstufung nach LAGA zu erreichen.

Die detaillierten Messwerte mit der jeweiligen Einstufung für alle Proben und Bodenarten sind dem Tabellenhang 1 in der Anlage 5 zu entnehmen.

Es ist anzumerken, dass die vorliegende Untersuchung eine orientierende Vorabdeklaration darstellt, die im Vergleich zu einer Haufwerks bezogenen Beprobung des Bodenaushubes 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.

9. Schlussbemerkungen

Das Gutachten wurde anhand der Baugrunderkundung vom 26.10 bis 02.11.2016 sowie der Ergebnisse der Laborversuche und der Analyseergebnisse erstellt.

Zur Abnahme des jeweiligen Planums der Kanaltrassenabschnitte sowie für die Beurteilung des Planums für den Straßenunterbau bittet der Verfasser um rechtzeitige Terminabsprache. Gleiches gilt für die Durchführung von Verdichtungskontrollen (Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 oder Rammsondierungen).

Auch die Beprobung möglicher, bisher nicht erbohrter, Kanalgrabenverfüllungen sowie der belasteten Bodenchargen, sollte rechtzeitig mit dem Verfasser abgestimmt werden.

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 14.11.2016

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

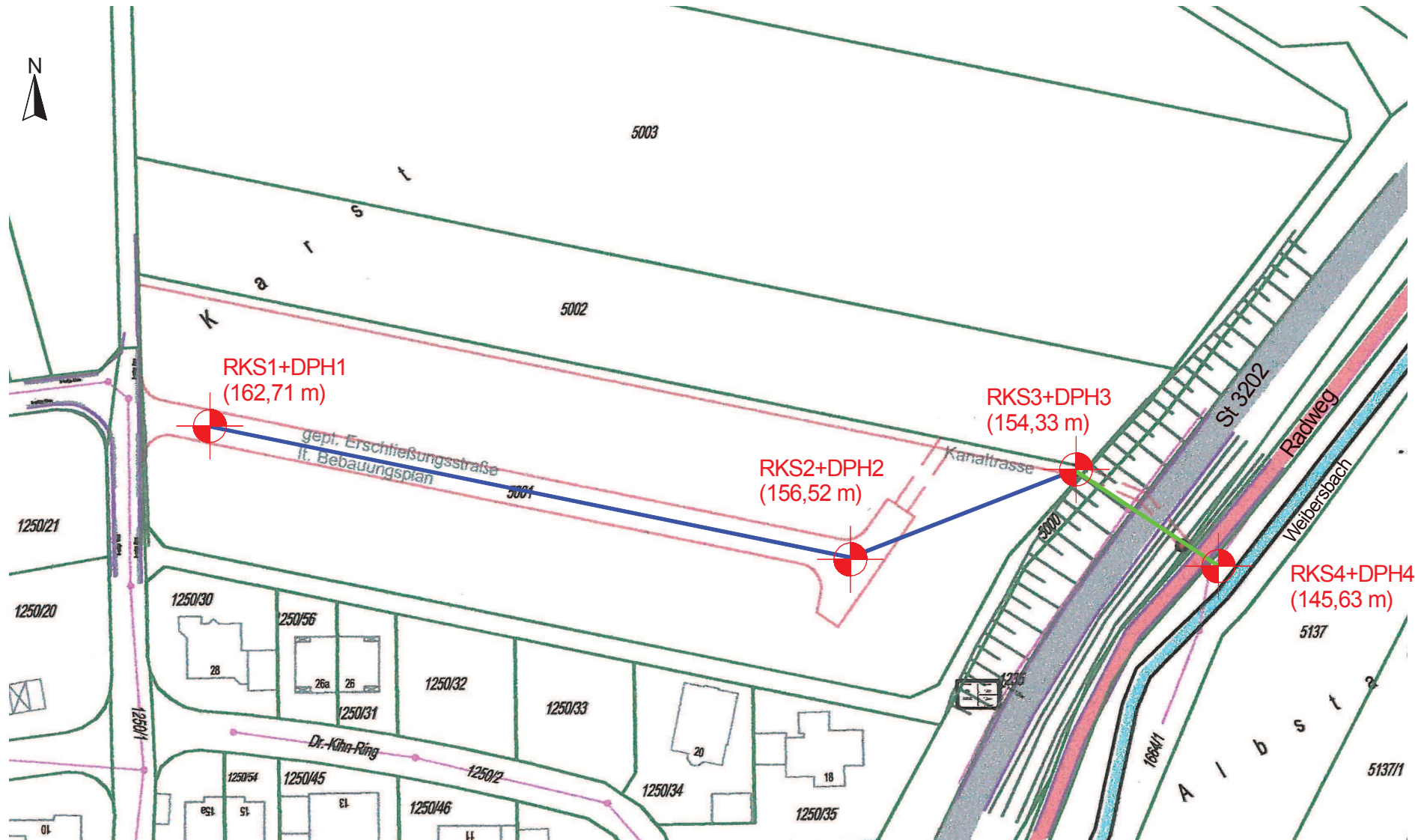
Dipl.-Geol. J. Brehm

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

Dipl.-Geol. U. Kähler

ANLAGE 1

Lageskizze mit Bohransatzpunkten



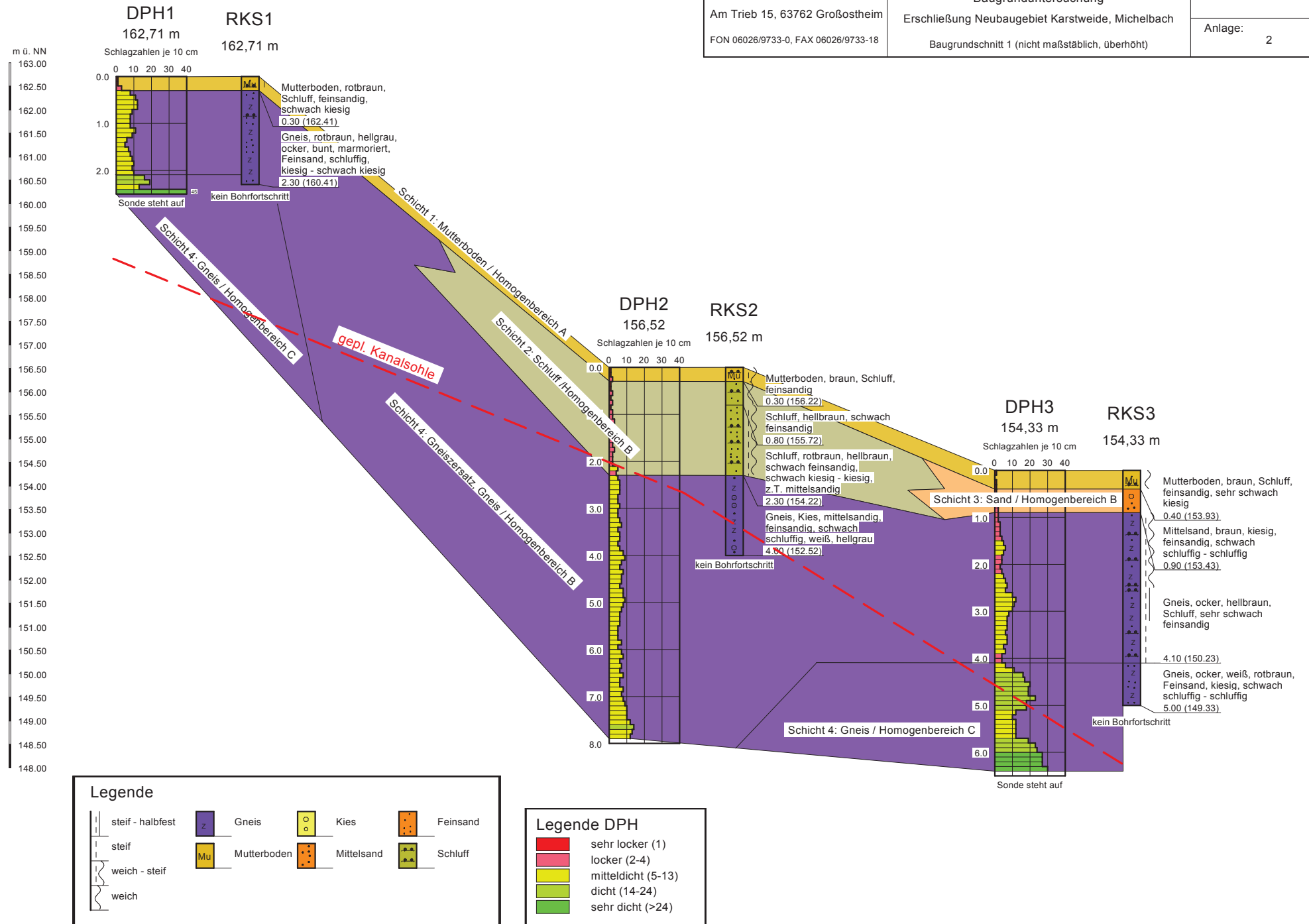
Legende:

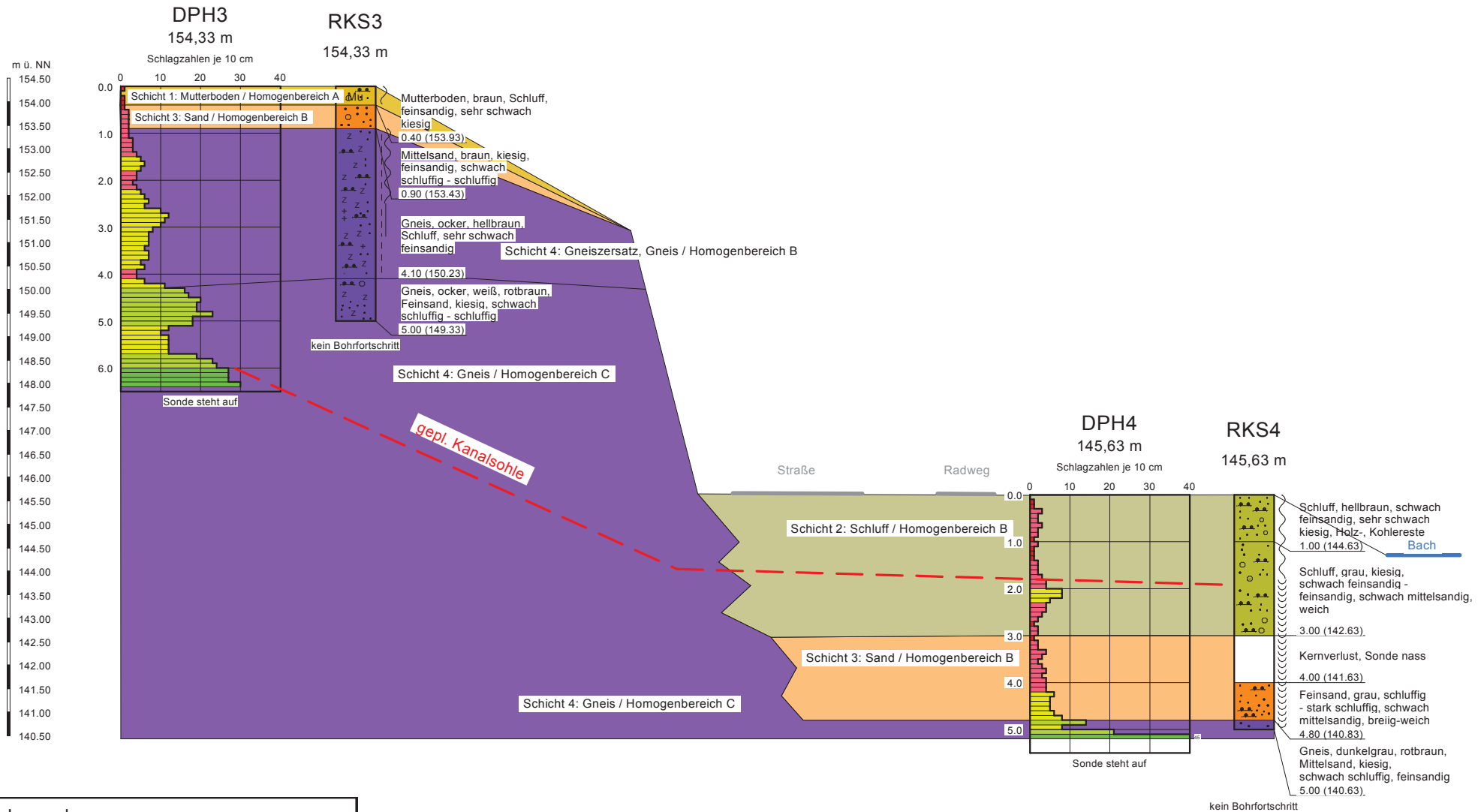
-  Bohransatzpunkte
-  RKS1-RKS4: Sondierbohrungen, Durchmesser 50/32 mm
-  DPH1-DPH4: Rammsondierung, schwere Rammsonde
-  Baugrundschnitt 1
-  Baugrundschnitt 2

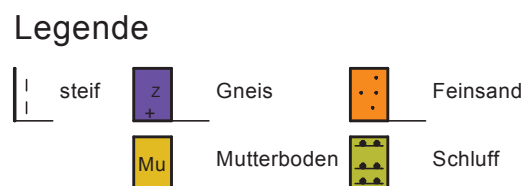
Maßnahme	Erschließung Karstweide, Michelbach	Anlage	1
Planinhalt	Lage der Bohransatzpunkte	Maßstab	1:1.250 (bei DIN A4)
Bearbeiter	Dipl. Geol. U. Kähler MSc. J. Kruschina	Projektnr.	1622110
Auftraggeber	Stadtwerke Alzenau Siemensstraße 2a, 63755 Alzenau	File	Lageplan.SKF
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE UND UMWELTANALYTIK  Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Am Trieb 15, 63762 Großostheim FON 06026/9733-0, FAX 06026/9733-18 Email: info@institut-brehm.de			Datum 07.11.2016

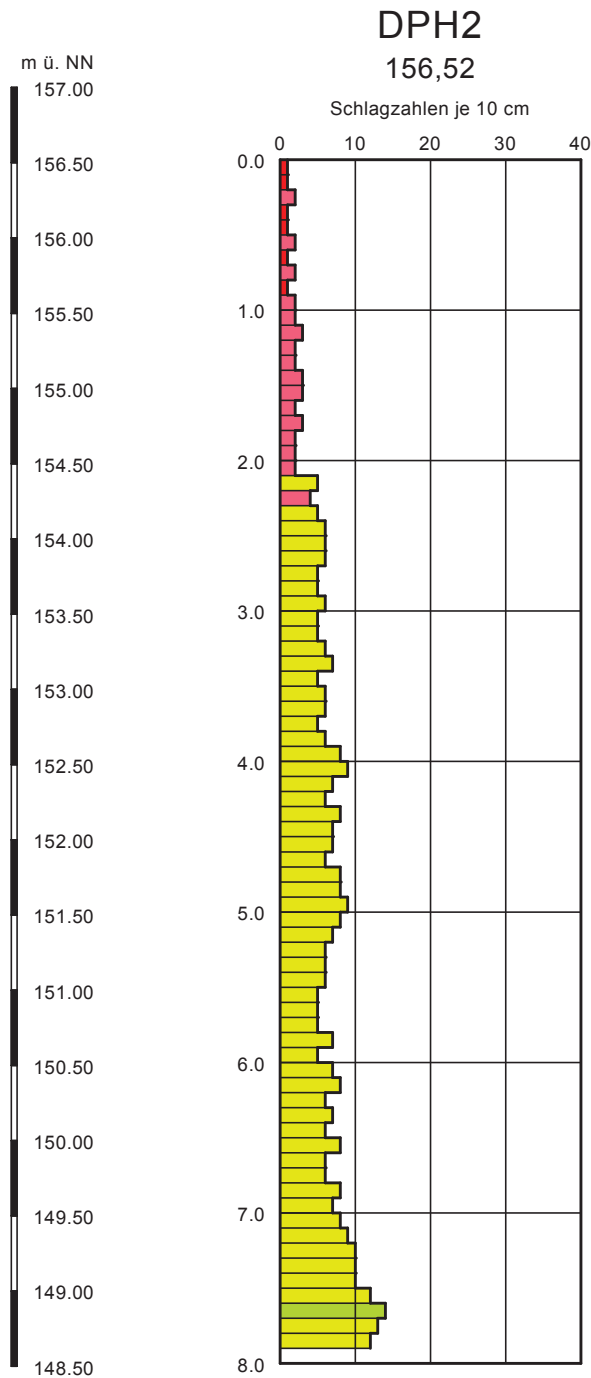
ANLAGE 2

Baugrundschnitte mit Bohr- und Rammprofilen



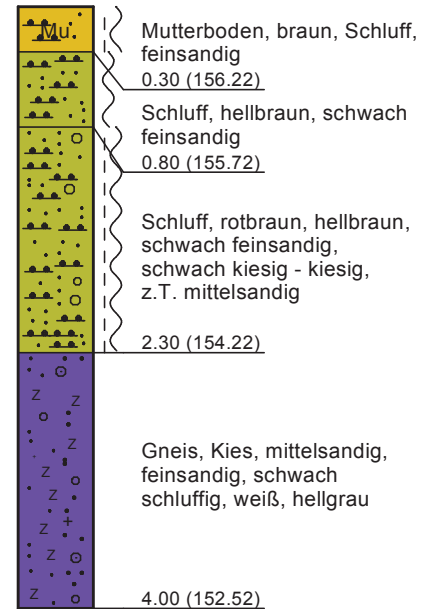






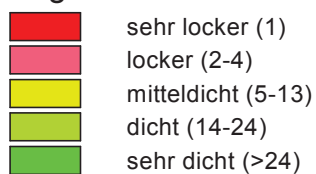
RKS2

156,52 m

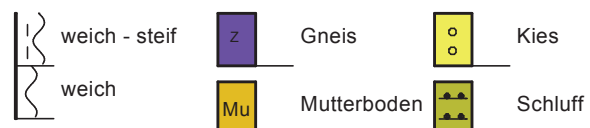


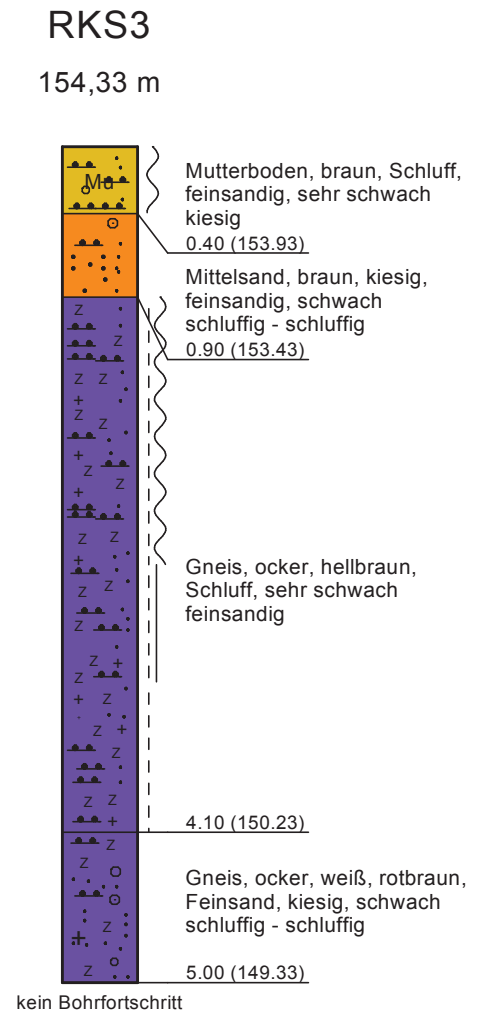
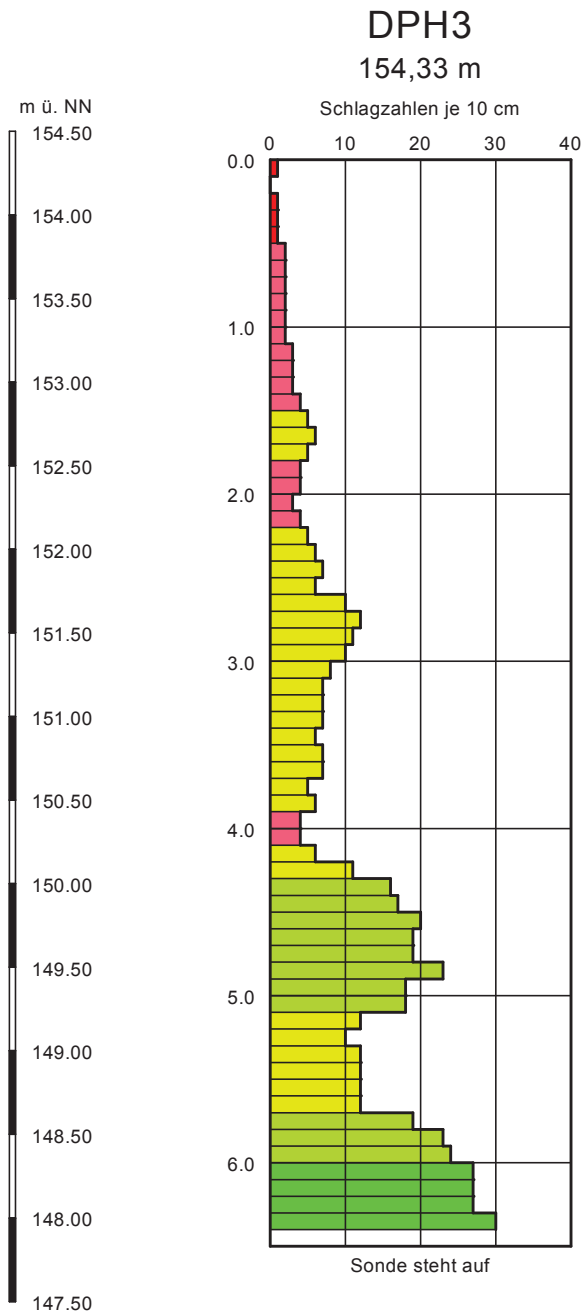
kein Bohrfortschritt

Legende DPH



Legende



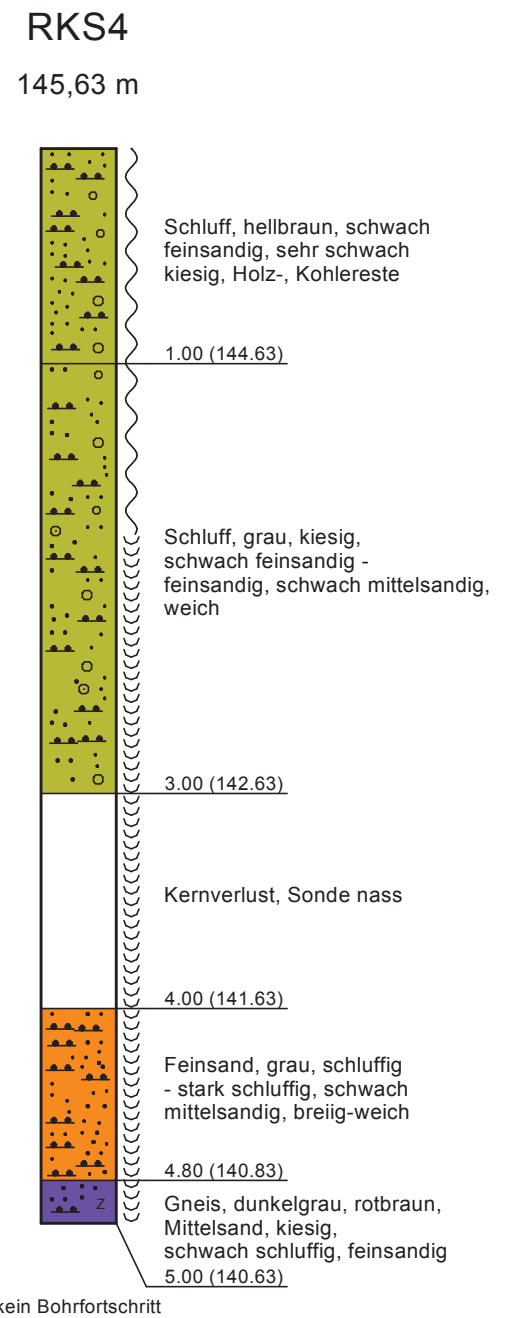
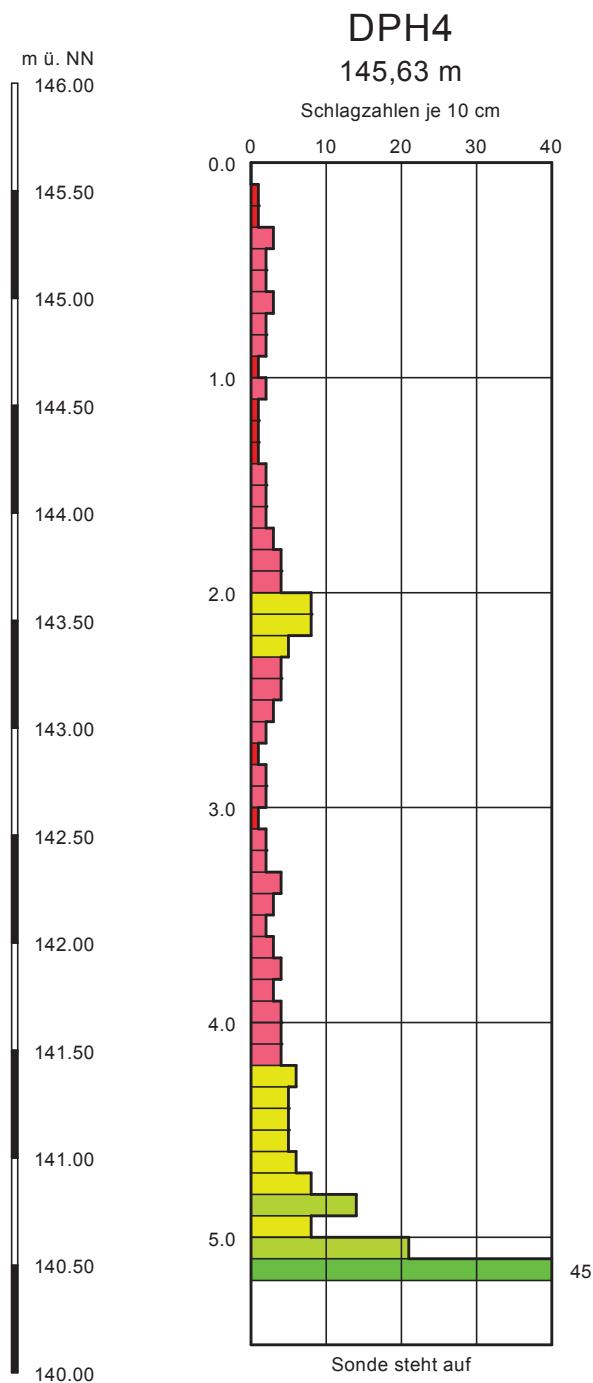


Legende DPH

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

Legende

- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- Gneis
- Mutterboden
- Mittelsand
- Feinsand
- Schluff



Legende DPH

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

Legende

- weich
- naß
- Gneis
- Feinsand
- Mittelsand
- Schluff

ANLAGE 3

Probenahmeprotokolle

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	1622110	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadtwerke Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, Erschließung Karstweide, Michelbach		
Datum der Entnahme:	28.10.2016	Uhrzeit:	
Probennehmer:	J. Kruschina		
Probenbezeichnung:	JK/KW/MP1	Probennummer:	18990
Analyseumfang:	PAN0C: LAGA 1997		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	insitu	Lagerungsdauer:	unbekannt
Witterung:	bedeckt	Lufttemperatur in °C:	11
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	0,3-2,3 m
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Glas	Probenmenge in ml:	500
Entnahmeposition:	RKS1		
Probenbeschreibung:	Gneiszersatz, Feinsand, schluffig, kiesig bis stark kiesig		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	
Farbe:	rotbraun, hellgrau, ocker,	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: 28.10.2016

Unterschrift:

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

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	1622110	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadtwerke Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, Erschließung Karstweide, Michelbach		
Datum der Entnahme:	28.10.2016	Uhrzeit:	
Probennehmer:	J. Kruschina		
Probenbezeichnung:	JK/KW/MP2	Probennummer:	18991
Analyseumfang:	PAN0C: LAGA 1997		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	insitu	Lagerungsdauer:	unbekannt
Witterung:	bedeckt	Lufttemperatur in °C:	11
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	0,3-2,3 m
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Glas	Probenmenge in ml:	500
Entnahmeposition:	RKS2		
Probenbeschreibung:	Schluff, schwach feinsandig, schwach kiesig bis kiesig		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	weich-steif
Farbe:	rotbraun, hellbraun	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: 28.10.2016

Unterschrift:

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

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	1622110	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadtwerke Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, Erschließung Karstweide, Michelbach		
Datum der Entnahme:	28.10.2016	Uhrzeit:	
Probennehmer:	J. Kruschina		
Probenbezeichnung:	JK/KW/MP3	Probennummer:	18992
Analyseumfang:	PAN0C: LAGA 1997		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	insitu	Lagerungsdauer:	unbekannt
Witterung:	bedeckt	Lufttemperatur in °C:	11
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	0,9-4,1 m
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Glas	Probenmenge in ml:	500
Entnahmeposition:	RKS3		
Probenbeschreibung:	Schluff, sehr schwach feinsandig		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	steif
Farbe:	ocker, hellbraun	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: 28.10.2016

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

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	1622110	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadtwerke Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, Erschließung Karstweide, Michelbach		
Datum der Entnahme:	28.10.2016	Uhrzeit:	
Probennehmer:	J. Kruschina		
Probenbezeichnung:	JK/KW/MP4	Probennummer:	18993
Analyseumfang:	PAN0C: LAGA 1997		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	insitu	Lagerungsdauer:	unbekannt
Witterung:	bedeckt	Lufttemperatur in °C:	11
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	0,0-1,0 m
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Glas	Probenmenge in ml:	500
Entnahmeposition:	RKS4		
Probenbeschreibung:	Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach kiesig, Kohlereste		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	weich
Farbe:	hellbraun	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: 28.10.2016

Unterschrift:

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

Probennahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA-PN98

A. Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	1622110	Anlagennummer:	3
Auftraggeber:	Stadtwerke Alzenau		
Auftragsgegenstand:	Baugrunduntersuchung, Erschließung Karstweide, Michelbach		
Datum der Entnahme:	28.10.2016	Uhrzeit:	
Probennehmer:	J. Kruschina		
Probenbezeichnung:	JK/KW/MP5	Probennummer:	18994
Analyseumfang:	PAN0C: LAGA 1997		

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	Boden		
Form der Lagerung / Gesamtvolumen:	insitu	Lagerungsdauer:	unbekannt
Witterung:	bedeckt	Lufttemperatur in °C:	11
Probenart:	Boden	Entnahmetiefe:	1,0-3,0 m
Probennahmetechnik:	Rammkernsondierung		
Probengefäß:	Glas	Probenmenge in ml:	500
Entnahmeposition:	RKS4		
Probenbeschreibung:	Schluff, kiesig, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach mittelsandig		
Wassergehalt:	bodenfeucht	Konsistenz:	weich
Farbe:	grau	Geruch:	ohne
Bemerkungen:			

Ort / Datum: 28.10.2016

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

Unterschrift:

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS1/0,3-2,3m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS2/0,3-0,8m**

Entnahmeposition **RKS1**

Entnahmeposition **RKS2**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probenart **Boden**

Probenart **Boden**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Beutel**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **500**

Probenbeschreibung **Gneiszersatz, Feinsand,
schluffig, kiesig bis stark
kiesig**

Probenbeschreibung **Schluff, schwach
feinsandig, Löss**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Konsistenz

Konsistenz **weich**

Farbe **rotbraun, hellgrau, olivgrau,
bunt**

Farbe **hellbraun**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18978**

Probennummer **18979**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS2/0,8-2,3m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS2/2,3-4,0m**

Entnahmeposition **RKS2**

Entnahmeposition **RKS2**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probenart **Boden**

Probenart **Boden**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Beutel**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **500**

Probenbeschreibung **Schluff, schwach
feinsandig, schwach
kiesig bis kiesig, z.T.
mittelsandig**

Probenbeschreibung **Gneiszersatz, Kies,
mittelsandig, feinsandig,
schwach schluffig**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Konsistenz **weich-steif**

Konsistenz

Farbe **rotbraun, hellbraun,**

Farbe **weiß, bunt**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18980**

Probennummer **18981**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS3/0,4-0,9m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS3/0,9-4,1m**

Entnahmeposition **RKS3**

Entnahmeposition **RKS3**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probenart **Boden**

Probenart **Boden**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Beutel**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **500**

Probenbeschreibung **Mittelsand, kiesig,
feinsandig, schwach
schluffig bis schluffig**

Probenbeschreibung **Schluff, sehr schwach
feinsandig,**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Konsistenz

Konsistenz **steif**

Farbe **braun**

Farbe **ocker, hellbraun**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18982**

Probennummer **18983**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS3/4,1-5,0m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS4/0,0-1,0m**

Entnahmeposition **RKS3**

Entnahmeposition **RKS4**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Datum der Entnahme **26.10.2016**

Datum der Entnahme **28.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probenart **Boden**

Probenart **Boden**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Beutel**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **500**

Probenbeschreibung **Gneiszersatz, Feinsand,
kiesig, schwach
schluffig bis schluffig**

Probenbeschreibung **Schluff, schwach
feinsandig, sehr stark
kiesig, Holzreste,
Kohlereste**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Konsistenz

Konsistenz **weich**

Farbe **ocker, weiß, rotbraun, bunt**

Farbe **hellbraun**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18984**

Probennummer **18985**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS4/1,0-3,0m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS4/4,0-4,9m**

Entnahmeposition **RKS4**

Entnahmeposition **RKS4**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Datum der Entnahme **28.10.2016**

Datum der Entnahme **28.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probenart **Boden**

Probenart **Boden**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Beutel**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **500**

Probenbeschreibung **Schluff, kiesig, schwach
feinsandig bis
feinsandig, schwach
mittelsandig**

Probenbeschreibung **Feinsand, stark schluffig
bis schluffig, schwach
mittelsandig**

Wassergehalt **bodenfeucht**

Wassergehalt **nass**

Konsistenz **weich**

Konsistenz **weich-breig**

Farbe **grau**

Farbe **grau**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18986**

Probennummer **18987**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennahmeprotokoll

Auftraggeber **Stadtwerke Alzenau**

Anlagennummer **3**

Projekt-Nr **1622110**

Auftragsgegenstand **Baugrunduntersuchung, Erschließung
Karstweide, Michelbach**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS4/4,9-5,0m**

Probenbezeichnung **JK/KW/RKS4/GW**

Entnahmeposition **RKS4**

Entnahmeposition **RKS4**

Entnahmetiefe **siehe Probenbez.**

Entnahmetiefe **ca. 3 m**

Datum der Entnahme **28.10.2016**

Datum der Entnahme **28.10.2016**

Uhrzeit

Uhrzeit

Witterung **bedeckt**

Witterung **bedeckt**

Lufttemperatur in °C **11**

Lufttemperatur in °C **11**

Probennahmetechnik **Rammkernsondierung**

Probennahmetechnik **Pumpprobe**

Probenart **Boden**

Probenart **Wasser**

Probengefäß **Beutel**

Probengefäß **Glas**

Probenmenge in ml **500**

Probenmenge in ml **2x 500 ml, 2x 250 ml**

Probenbeschreibung **Gneiszersatz, Mittelsand,
kiesig, schwach
schluffig, feinsandig,
Glimmer**

Probenbeschreibung **Wasserprobe**

Wassergehalt **nass**

Wassergehalt **nass**

Konsistenz

Konsistenz

Farbe **dunkelgrau, rotbraun**

Farbe **klar**

Geruch **ohne**

Geruch **ohne**

Analyseumfang **Rückstellprobe**

Analyseumfang **PAN1K:
(Betonaggressivität
Wasser, bew. Param.)**

Bemerkungen

Bemerkungen

Probennummer **18988**

Probennummer **18989**

Probennehmer **J. Kruschina**

Probennehmer **J. Kruschina**

ANLAGE 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE UND UMWELTANALYTIK 		Erschließung Karstweide, Michelbach				Auftragsnr.: 1622110	
						Anlage: 4	
Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN 18121 Teil 1						Bearbeiter: J. Kruschina Datum: 08.11.2016	
Bezeichnung der Probe	Beschreibung der Probe siehe Probennahmeprotokoll	JK/KW/RKS1/ 0,3-2,3m	JK/KK/RKS2/ 0,8-2,3m	JK/KK/RKS3/ 0,4-0,9m	JK/KK/RKS3/ 4,1-5,0m		
Behälter - Nr.		3	S8	S14	T5		
Behälter	m_B [g]	718,4	105,9	97,4	450,3		
Feuchte Probe + Behälter	$m + m_B$ [g]	1365,1	159,2	152,9	584,5		
Trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$ [g]	1297,0	152,3	147,4	561,9		
Wasser	$m - m_d = m_w$ [g]	68,1	6,9	5,5	22,6		
Trockene Probe	m_d [g]	578,6	46,4	50,0	111,6		
Wassergehalt	$m_w / m_d = w$ [%]	11,8%	14,9%	11,0%	20,3%		

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

INSTITUT FÜR
ANGEWANDTE GEOLOGIE
UND UMWELTANALYTIK

Bearbeiter: M.Sc. J. Kruschina

Datum: 07.11.2016

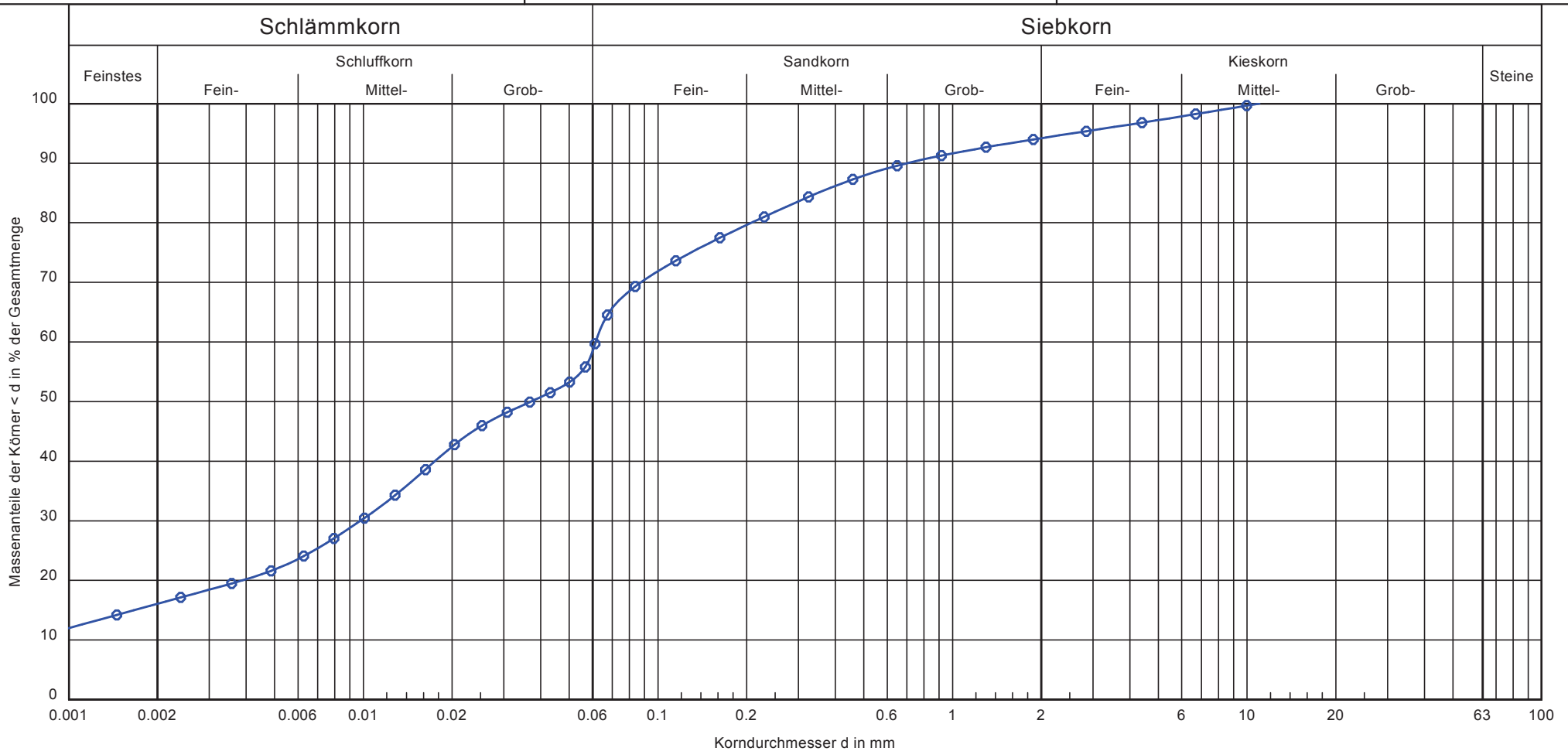
Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Projektnummer: 1622110

Probe entnommen am: 26.10.2016

Art der Entnahme: Rammkernsondierung

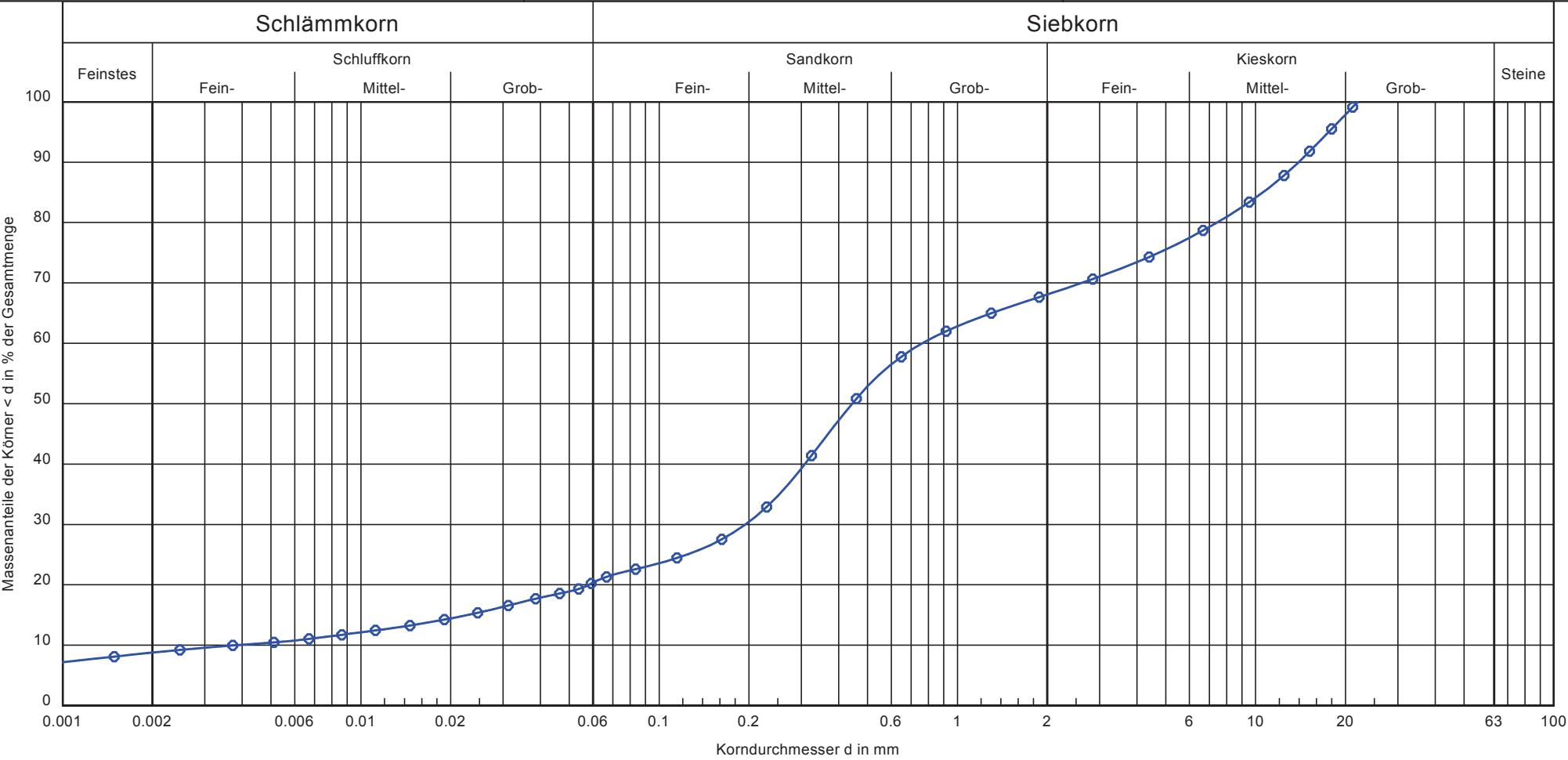


Bezeichnung:	JK/KW/RKS2/0,8-2,3m	Bemerkungen: Schicht 2: Schluff	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	U, t, fs, g', ms', gs'		
Tiefe:	0,8-2,3 m		
k [m/s] (Beyer):	-		
Entnahmestelle:	RKS2		
U/Cc	-/-		

Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Projektnummer: 1622110
Probe entnommen am: 26.10.2016
Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	JK/KW/RKS3/0,4-0,9m	Bemerkungen: Schicht 3: Sand	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	S, mg, t', u', fg'		
Tiefe:	0,4-0,9 m		
k [m/s] (Beyer):	9.1 · 10 ⁻⁸		
Entnahmestelle:	RKS3		
U/Cc	199.5/13.0		

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

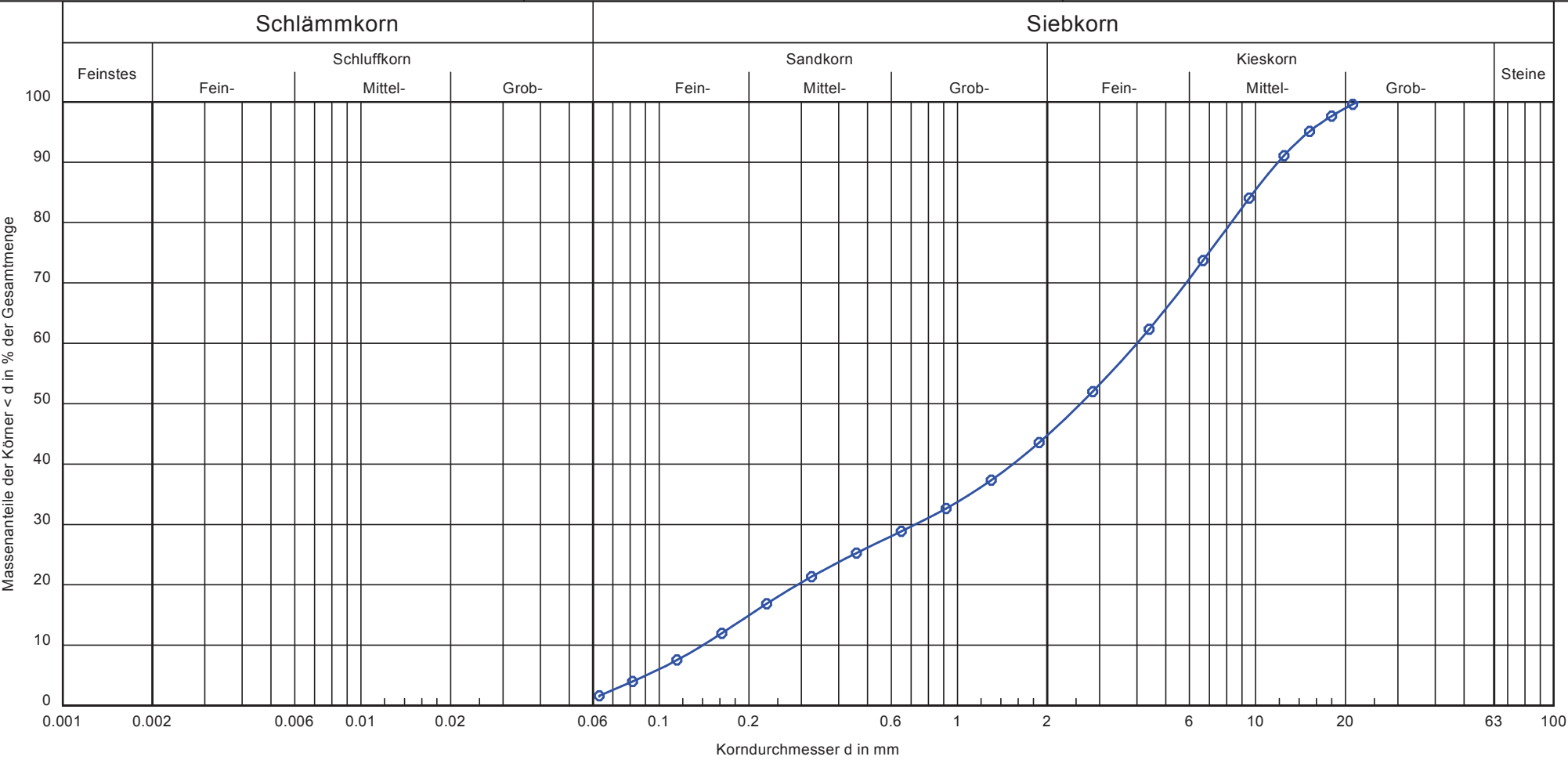


Bearbeiter: M.Sc. J. Kruschina Datum: 04.11.2016

Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Siebanalyse

Projektnummer: 1622110
Probe entnommen am: 26.10.2016
Art der Entnahme: Rammkernsondierung

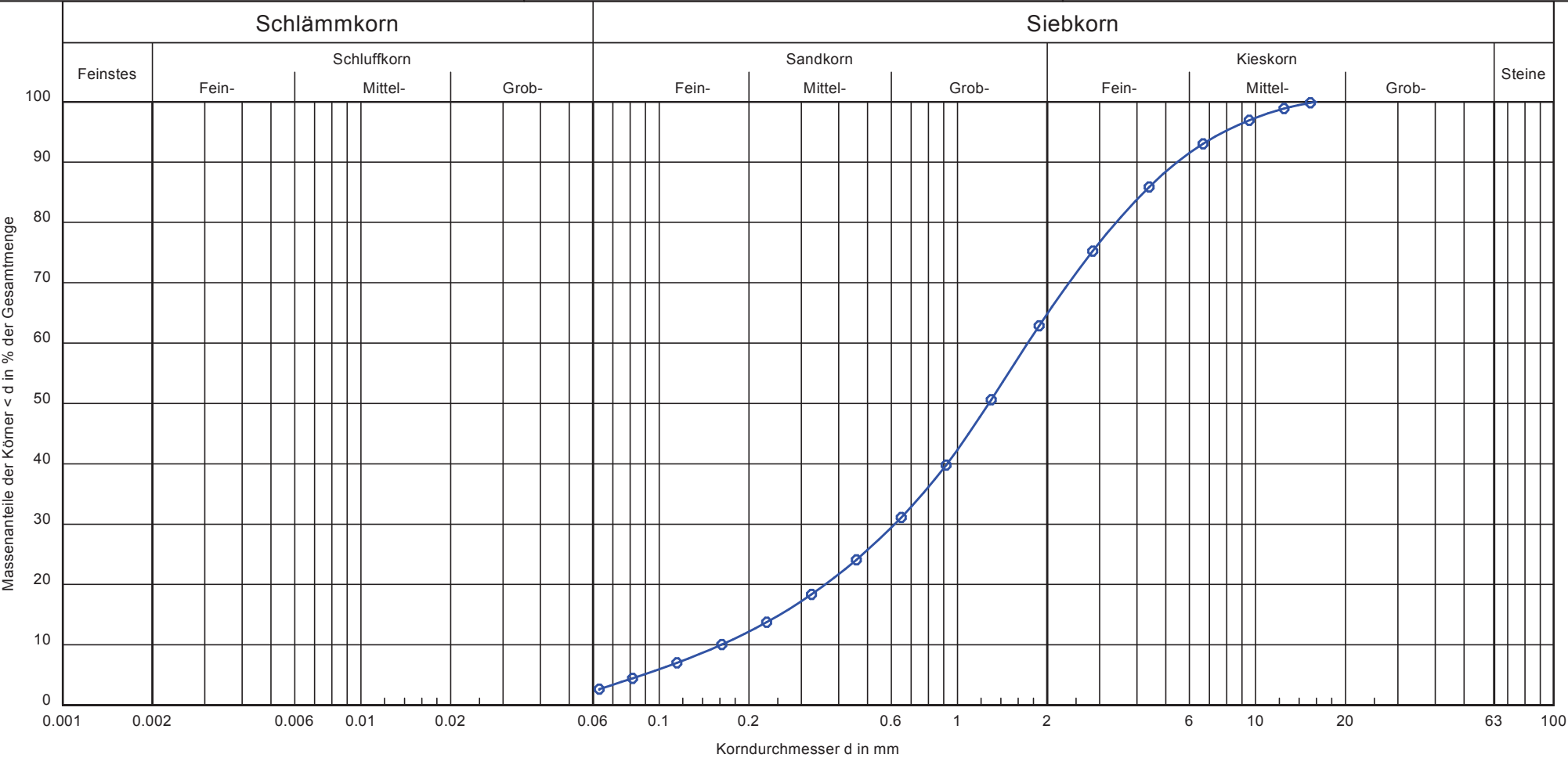


Bezeichnung:	JK/KW/RKS1/0,3-2,3m	Bemerkungen: Schicht 4: Gneiszersatz	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	S, G		
Tiefe:	0,3-2,3 m		
k [m/s] (Beyer):	1.2 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:	RKS1		
U/Cc	28.6/0.9		

Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Siebanalyse

Projektnummer: 1622110
Probe entnommen am: 26.10.2016
Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	JK/KW/RKS2/2,3-3,0m	Bemerkungen: Schicht 4: Gneiszersatz	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	S, fg, mg'		
Tiefe:	2,3-3,0 m		
k [m/s] (Beyer):	1.8 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:	RKS2		
U/Cc	10.7/1.4		

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

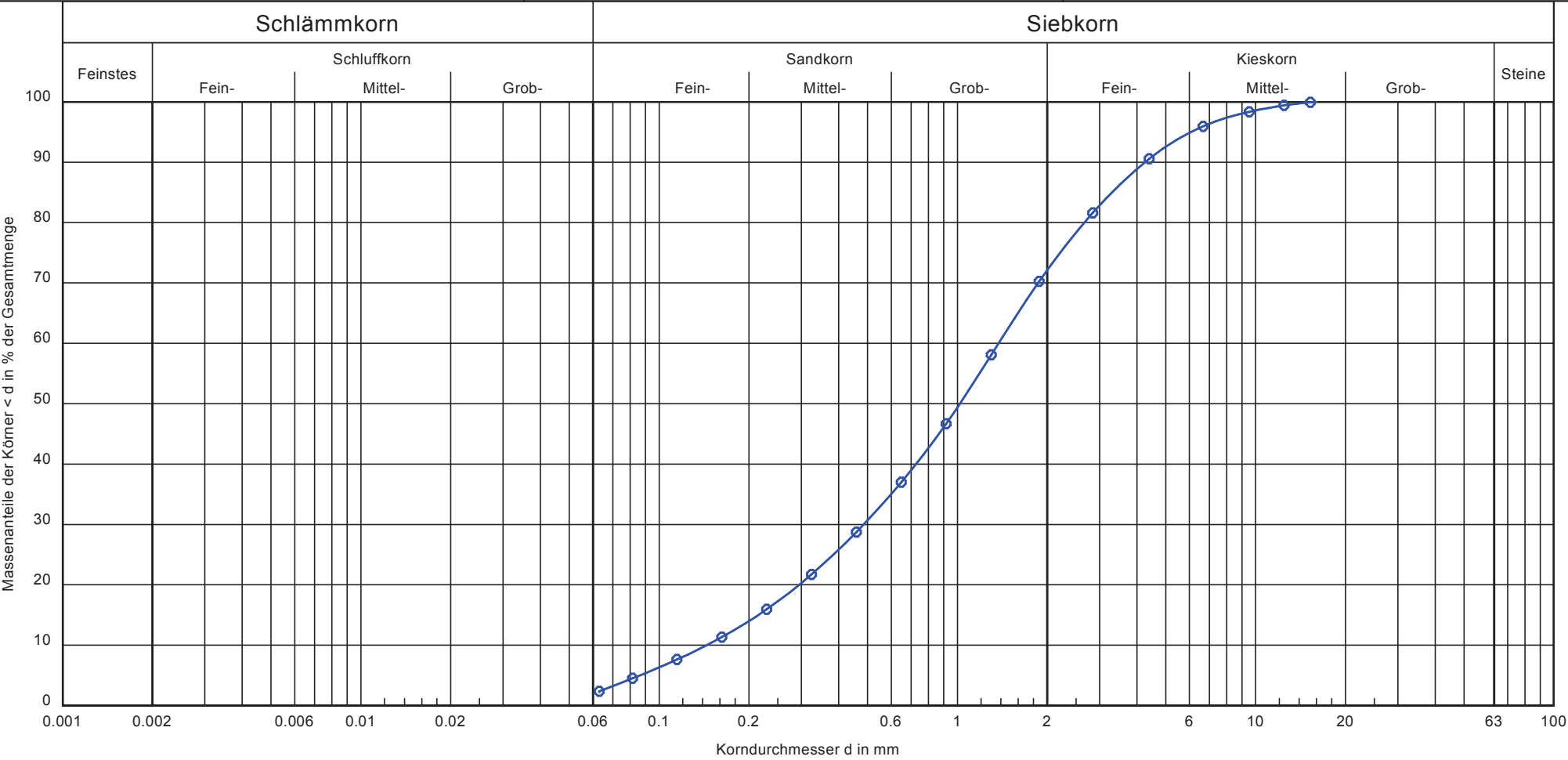


Bearbeiter: M.Sc. J. Kruschina Datum: 04.11.2016

Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Siebanalyse

Projektnummer: 1622110
Probe entnommen am: 26.10.2016
Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	JK/KW/RKS2/3,0-4,0m	Bemerkungen: Schicht 4: Gneiszersatz	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	S, fg, mg'		
Tiefe:	3,0-4,0 m		
k [m/s] (Beyer):	1.7 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:	RKS2		
U/Cc	9.5/1.2		

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

INSTITUT FÜR
ANGEWANDTE GEOLOGIE
UND UMWELTANALYTIK

Bearbeiter: M.Sc. J. Kruschina

Datum: 04.11.2016

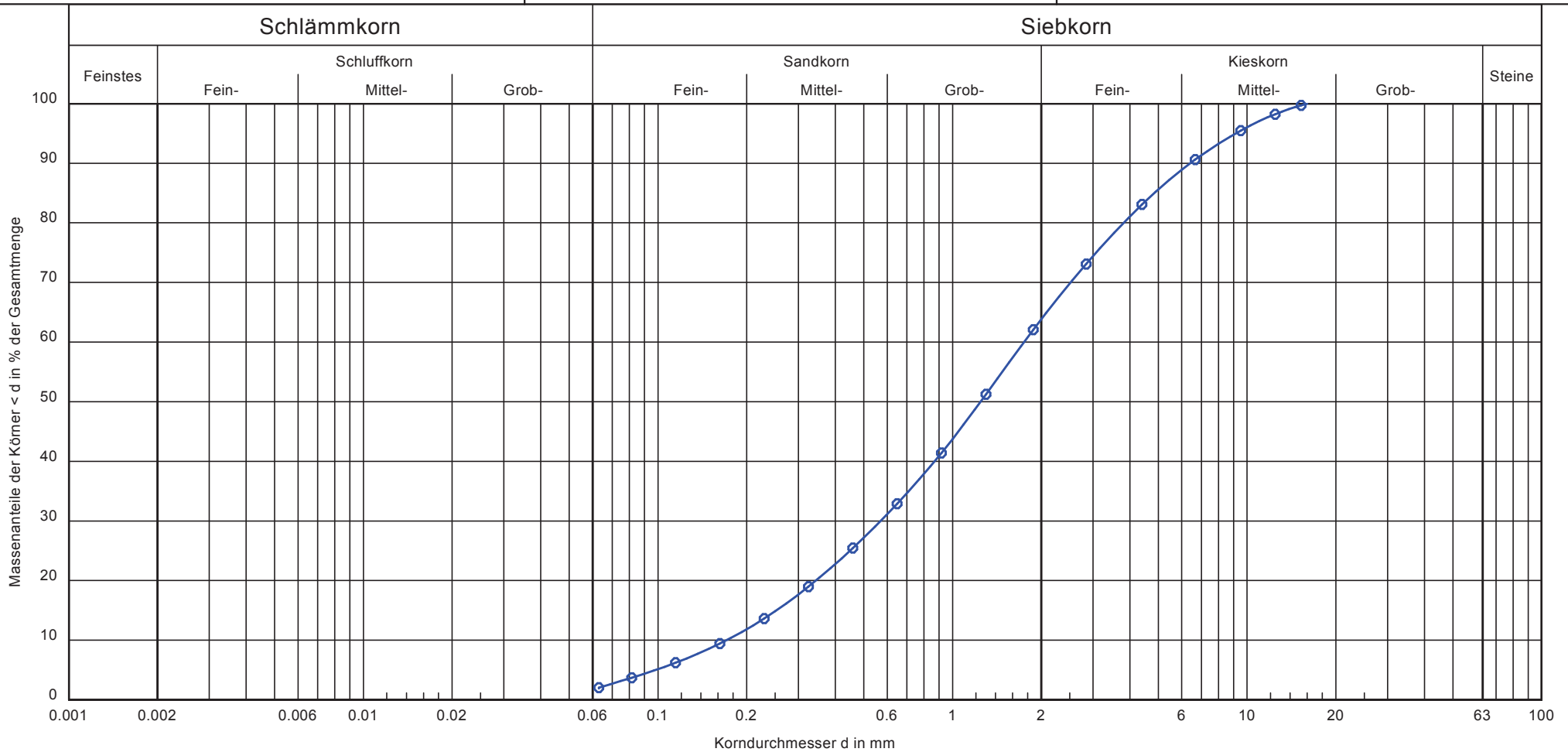
Körnungslinie

Erschließung Neubaugebiet Karstweide
Michelbach
Siebanalyse

Projektnummer: 1622110

Probe entnommen am: 26.10.2016

Art der Entnahme: Rammkernsondierung



Bezeichnung:	JK/KW/RKS3/4,1-5,0m	Bemerkungen: Schicht 4: Gneiszersatz	Projektnummer: 1622110 Anlage: 4
Bodenart:	S, fg, mg'		
Tiefe:	4,1-5,0 m		
k [m/s] (Beyer):	$2.0 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	RKS3		
U/Cc	10.2/1.1		

ANLAGE 5

Analyseergebnisse

Eurofins Umwelt West GmbH - Berner Str. 107 - DE-60437 - Frankfurt

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01654751
Prüfberichtsnummer: AR-16-JS-001911-01

Auftragsbezeichnung: 1622110
Anzahl Proben: 5
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 28.10.2016
Probenehmer: J. Kruschina / Institut Brehm GmbH
Probeneingangsdatum: 02.11.2016
Prüfzeitraum: 02.11.2016 - 08.11.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig 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 jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Dr. Claas Wessel
Prüfleiter
Tel. +49 69 348791 541

Digital signiert, 08.11.2016
Dr. Angelo Occhipinti
Prüfleitung



								Probenbezeichnung		JK/KW/MP1	JK/KW/MP2	JK/KW/MP3	JK/KW/MP4	JK/KW/MP5
								Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016
								Probennummer		016218082	016218083	016218084	016218085	016218086
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit					
Probenvorbereitung Feststoffe														
Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07						kg	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07							nein	nein	nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07						g	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07							ja	nein	nein	ja	ja
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz														
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346					0,1	Ma.-%	91,4	81,7	79,5	85,0	90,3
pH in CaCl2	AN	LG004	DIN ISO 10390	5,5 - 8 ²⁾	5,5 - 8 ²⁾	5 - 9 ²⁾	²⁾			6,5	7,0	5,9	7,3	7,4
Anionen aus der Originalsubstanz														
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	1	10	30	100	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657														
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	20	30	50	150	0,8	mg/kg TS	12,5	13,6	14,5	13,5	6,8
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	100	200	300	1.000	2	mg/kg TS	6	13	4	12	10
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,6	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	50	100	200	600	1	mg/kg TS	10	57	134	20	62
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	40	100	200	600	1	mg/kg TS	3	41	4	10	18
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	40	100	200	600	1	mg/kg TS	7	31	77	14	53
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,3	1	3	10	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	0,34	< 0,07	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,5	1	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	120	300	500	1.500	1	mg/kg TS	64	116	155	42	47
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz														
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1	3	10	15	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039					40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039	100	300	500	1.000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	61	< 40

								Probenbezeichnung		JK/KW/MP1	JK/KW/MP2	JK/KW/MP3	JK/KW/MP4	JK/KW/MP5
								Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016
								Vergleichswerte		016218082	016218083	016218084	016218085	016218086
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit					
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz														
Benzol	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	DIN 38407-F9-1 mod.	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
LHKW aus der Originalsubstanz														
Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	< 1	1	3	5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

								Probenbezeichnung		JK/KW/MP1	JK/KW/MP2	JK/KW/MP3	JK/KW/MP4	JK/KW/MP5
								Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016
								Probennummer		016218082	016218083	016218084	016218085	016218086
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit					
PAK aus der Originalsubstanz														
Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,17	0,12
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	0,10
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,08	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,12	0,08
Benzo[k]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287		< 0,5	< 1		0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,09	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	LG004	DIN ISO 18287					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287	1	5	15	20		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	0,80	0,36
Summe 15 PAK ohne Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	0,80	0,36

								Probenbezeichnung		JK/KW/MP1	JK/KW/MP2	JK/KW/MP3	JK/KW/MP4	JK/KW/MP5
								Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016
								Probennummer		016218082	016218083	016218084	016218085	016218086
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit					
PCB aus der Originalsubstanz														
PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308	0,02	0,1	0,5	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308						mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5	6,5 - 9 ²⁾	6,5 - 9 ²⁾	6 - 12 ²⁾	5,5 - 12 ²⁾			7,2	7,5	6,6	7,7	7,8
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888	500	500	1.000	1.500	5	µS/cm	17	32	21	73	125

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	10	10	20	30	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,6	2,2
Sulfat	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	50	50	100	150	1,0	mg/l	< 1,0	1,6	3,9	2,0	3,6
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	< 10	10	50	100 ³⁾	5	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

								Probenbezeichnung		JK/KW/MP1	JK/KW/MP2	JK/KW/MP3	JK/KW/MP4	JK/KW/MP5
								Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016	28.10.2016
								Probennummer		016218082	016218083	016218084	016218085	016218086
Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit					
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4														
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	10	10	40	60	1	µg/l	3	< 1	< 1	< 1	3
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	20	40	100	200	1	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	2
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	2	5	10	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	15	30	75	150	1	µg/l	< 1	< 1	24	< 1	1
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	50	50	150	300	5	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	7
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	40	50	150	200	1	µg/l	< 1	1	3	< 1	2
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,2	0,2	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	< 1	1	3	5	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	100	100	300	600	10	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4														
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	< 10 ⁴⁾	10 ⁴⁾	50 ⁴⁾	100 ⁴⁾	10	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akkr.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (1997) Tabelle II.1.2-2/-3.

- ²⁾ Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlußkriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.
- ³⁾ Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.
- ⁴⁾ Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

Im Prüfbericht aufgeführte Grenz- bzw. Richtwerte sind ausschließlich eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT, eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt alleinig im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Bewertung

Hinweis: Die Bewertung bezieht sich ausschließlich auf die in AR-16-JS-001911-01 aufgeführten Parameter. Die Erläuterung zu den Zuordnungs-, Grenz-, technischen Maßnahme-, Parameter-, gesundheitlichen Orientierungs- und Richtwerten fanden bei der Bewertung keine Berücksichtigung. Alle in AR-16-JS-001911-01 enthaltenen Proben, welche nachfolgend nicht explizit aufgeführt werden, weisen keine Verletzung des niedrigsten Zuordnungswertes, bzw. keine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste LAGA TR Boden (1997) Tabelle II.1.2-2/-3 auf. Nachfolgend aufgeführte Proben weisen die dargestellten Verletzungen der Liste LAGA TR Boden (1997) Tabelle II.1.2-2/-3 auf. Eine Rechtsverbindlichkeit der Bewertung wird ausdrücklich ausgeschlossen.

X: Überschreitung festgestellt

Probenbeschreibung: JK/KW/MP2

Probennummer: 016218083

Test	Parameter	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Chrom gesamt [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Chrom (Cr)	X			
Kupfer [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Kupfer (Cu)	X			

Probenbeschreibung: JK/KW/MP3

Probennummer: 016218084

Test	Parameter	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Chrom gesamt [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Chrom (Cr)	X	X		
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X			
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X			
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X			
Chrom gesamt [10:1 Eluat, S4] mg/l	Chrom (Cr)	X			

Probenbeschreibung: JK/KW/MP5

Probennummer: 016218086

Test	Parameter	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Chrom gesamt [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Chrom (Cr)	X			
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X			

Eurofins Umwelt West GmbH - Berner Str. 107 - DE-60437 - Frankfurt

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01654769
Prüfberichtsnummer: AR-16-JS-001906-01

Auftragsbezeichnung: 1622110
Anzahl Proben: 1
Probenart: sauberes Wasser
Probenahmedatum: 28.10.2016
Probenehmer: J. Kruschina / Institut Brehm GmbH
Probeneingangsdatum: 02.11.2016
Prüfzeitraum: 02.11.2016 - 08.11.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig 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 jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Dr. Claas Wessel
Prüfleiter
Tel. +49 69 348791 541

Digital signiert, 08.11.2016
Dr. Angelo Occhipinti
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung		JK/KW/ RKS4/GW
				nicht angrei- fend	schwach angrei- fend	stark angrei- fend	sehr stark angrei- fend	Probenahmedatum/ -zeit		28.10.2016
								Probennummer		016218160
								BG	Einheit	

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung, qualitativ	AN		DIN EN ISO 7887	1)						ohne
Trübung qualitativ	AN		qualitativ							ohne
Geruch	AN	LG004	DEV B 1/2	2)						ohne
Geruch, angesäuert	AN	LG004	DEV B 1/2	2)						ohne
pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5/DIN EN ISO 10523	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4			7,0
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4						°C	21,2

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3	AN	LG004	DIN 38409-H7					0,1	mmol/l	5,5
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	AN	LG004	DIN 38404-C4						°C	21,2
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	AN	LG004	DIN 38404 C10-M4					0,1	mmol/l	5,4
Kalkaggressives Kohlendioxid	AN		DIN 38404 C10-M4	< 15	40	100		5,0	mg/l	< 5,0

Anionen

Sulfat	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	< 200	600	3.000	6.000	1,0	mg/l	26
--------	----	-------	--------------------	-------	-----	-------	-------	-----	------	----

Kationen

Ammonium	AN	LG004	DIN ISO 15923-1	< 15	30	60	100	0,06	mg/l	0,10
Ammonium-Stickstoff	AN	LG004	DIN ISO 15923-1					0,05	mg/l	0,08

Elemente aus der filtrierten Probe

Magnesium (Mg)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	< 300	1.000	3.000		0,02	mg/l	20
----------------	----	-------	--------------------	-------	-------	-------	--	------	------	----

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akkr.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität (DIN 4030).

¹⁾ Nach Absetzen farblos

²⁾ Kein Geruch

Im Prüfbericht aufgeführte Grenz- bzw. Richtwerte sind ausschließlich eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT, eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Bewertung

Hinweis: Die Bewertung bezieht sich ausschließlich auf die in AR-16-JS-001906-01 aufgeführten Parameter. Die Erläuterung zu den Zuordnungs-, Grenz-, technischen Maßnahme-, Parameter-, gesundheitlichen Orientierungs- und Richtwerten fanden bei der Bewertung keine Berücksichtigung. Alle in AR-16-JS-001906-01 enthaltenen Proben, welche nachfolgend nicht explizit aufgeführt werden, weisen keine Verletzung des niedrigsten Zuordnungswertes, bzw. keine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste Betonaggressivität (DIN 4030) auf. Nachfolgend aufgeführte Proben weisen die dargestellten Verletzungen der Liste Betonaggressivität (DIN 4030) auf. Eine Rechtsverbindlichkeit der Bewertung wird ausdrücklich ausgeschlossen.

Für keinen Parameter wurde eine Überschreitung nach Betonaggressivität (DIN 4030) festgestellt.