

augeon GmbH & Co. KG
Essenweinstraße 43
76131 Karlsruhe
Telefon 0721 626 9087-0
Telefax 0721 626 9087-20
karlsruhe@augeon.de
www.augeon.de

Geo- und umwelttechnisches Gutachten

Auftraggeber/Bauherr:	DB Netz AG Regionalbereich Südwest Schwarzwaldstraße 86 76137 Karlsruhe
Bauvorhaben:	Brücke über den Bocksbach, Kleinsteinbach, Strecke 4200, km 10,333
Projektnr.:	18K.165
Bestellung:	0016 / RL1 / 27912470
Rahmenvertrag Nr.:	1000 / EBO / 92252311
Datum:	11.10.2018 (Mai/Zin/Sau)

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Vorgang und Auftrag	4
2	Unterlagen	4
3	Baugelände und Baumaßnahme	4
4	Baugrundaufschlüsse	5
5	Baugrundverhältnisse	5
5.1	Regionale Geologie	5
5.2	Erdbebengefährdung	6
5.3	Bodenart und Schichtenfolge	6
5.4	Geotechnische Baugrundkenngößen	7
5.5	Hydrogeologische Verhältnisse	9
5.6	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen	10
5.7	Tiefenentwässerung, kommunale Kanalisation und Leitungen	10
5.8	Homogenbereiche	10
6	Empfehlungen zur Baumaßnahme	10
6.1	Allgemeine Angaben	10
6.2	Neubau der Brücke als Rahmenbauwerk	11
6.3	Verbaumaßnahmen	12
6.4	Wasserhaltung und Auftriebssicherung	12
6.5	Alternative Tiefgründung mittels Bohrpfählen	13
6.6	Alternative Tiefgründung mittels Mikropfählen	14
6.7	Böschungen	14
6.8	Arbeitsraumverfüllungen	14
7	Umwelttechnische Untersuchungen	15
7.1	Allgemeines	15
7.2	Grundlagen	15
7.3	Probenahme und Untersuchungsumfang	16
7.4	Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen	16
7.5	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	17
7.6	Allgemeine Hinweise zur Entsorgung	17
8	Allgemeine Hinweise zur Bauausführung	18
9	Schlussbemerkungen	19

Anlagenverzeichnis

1	Übersichtsplan, M. 1:25.000
2	Lageplan, M. 1:250
3	Fotodokumentation
4.1 - 4.6	Rammdiagramme und Bohrprofile, M. 1:125 / M. 1:50, Kernbohrung M. 1:25
5.1 - 5.4	Ergebnisse der Laborversuche
6.1 - 6.2	Ingenieurgeologische Schnitte, M. 1:100, M. 1:50
7	Prüfberichte der chemischen Untersuchungen
8.1 - 8.2	Probenahmeprotokolle
9	Aufnahme von Kontrollschächten
10.1 - 10.3	Homogenbereiche

1 Vorgang und Auftrag

Im Zuge der Erneuerung des Bahnübergangs bei km 10,333 der Strecke 4200 in Kleinsteinbach plant die DB Netz AG den Neubau einer Straßenbrücke über den Bocksbach. Für eine wirtschaftliche, bautechnisch sinnvolle und sichere Planung, Ausschreibung und Bauausführung sind geotechnische Angaben über den Baugrundaufbau erforderlich. Daher wurde die augeon GmbH & Co. KG durch die Bestellung 0016 / RL1 / 27912470 vom 17.07.2018 mit der Durchführung von Erkundungen sowie der Ausarbeitung eines geo- und umwelttechnischen Gutachtens beauftragt.

2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geotechnisches Gutachten „Beseitigung Bahnübergang und Neubau Eisenbahnüberführung“ 12.118, augeon GmbH & Co. KG, 21.06.2013,
- [2] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1:350.000, Innenministerium Baden-Württemberg, 1. Auflage 2005,
- [3] Geoportal Kartenausdruck, Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, (<http://maps.lgrb-bw.de>), Abfrage vom 20.09.2018,
- [4] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>), Abfrage vom 20.09.2018
- [5] Entwurf Bocksbachbrücke Rahmenbauwerk (LK 1), TÜV Rheinland Verkehrsinfrastruktur GmbH, Köln, 01.10.2018,
- [6] Vorschriften, Richtlinien, DIN-Normen, Technische Regelwerke und Empfehlungen (an entsprechender Stelle genauer benannt).

3 Baugelände und Baumaßnahme

Das Baugelände befindet sich im Osten von Kleinsteinbach, einem Ortsteil der Gemeinde Pfinztal. Der Brückenneubau soll parallel zur Bahnstecke Karlsruhe-Mühlacker den Bocksbach überqueren und etwa in Nord-Süd-Richtung verlaufen. Der Neubau wird östlich der Bahnstrecke in der „Wiesenstraße“ liegen. Nördlich des Neubaus mündet die Wiesenstraße in die „Industriestraße“, südlich befindet sich ein Wohngebiet. Das Baugelände ist annähernd eben. Die Örtlichkeit sowie der Umfang der Baumaßnahme sind in den Anlagen 1 und 2 dargestellt. Die Fotos der Anlage 3 vermitteln einen Eindruck über das Baugelände.

Als Baumaßnahme sind der Rückbau der bestehenden Brücke sowie der Neubau des Brückenbauwerks als Rahmenbauwerk in Stahlbeton geplant. Die Gründung soll auf Flachfundamenten erfolgen. Aus baupraktischen Gründen machen wir alternativ Angaben zu Tiefgründungen.

4 Baugrundaufschlüsse

Zur Feststellung der Baugrundverhältnisse wurden im Zeitraum vom 01.08. bis 02.08.2018 die nachstehenden Erkundungsmaßnahmen durchgeführt bzw. Untersuchungen veranlasst:

- 3 Handschachtungen bis zu 1,20 m unter GOK zur Sicherstellung der Kabel- und Leitungsfreiheit,
- 4 daran anschließende Rammkernsondierungen (RKS) mit Tiefen bis zu 9,40 m u. GOK,
- 3 Rammsondierungen (DPH) mit Tiefen bis zu 9,60 m u. GOK,
- 1 Kernbohrung in der Straße zur Erkundung des Aufbaus der Schwarzdecke mit einer Tiefe von 0,17 m u. GOK,
- Entnahme von insgesamt 42 gestörten Bodenproben sowie 1 Probe der Schwarzdecken,
- Entnahme einer Grundwasserprobe,
- Aufnahme von 4 Kontrollschächten der Kanalisation,
- 2 Bestimmungen der Zustands-/Konsistenzgrenzen nach DIN 18122,
- 2 Siebanalysen nach DIN EN ISO 17892-4,
- 3 chemische Untersuchungen nach VwV Boden,
- 1 chemische Untersuchung auf PAK und Phenolindex,
- 1 Wasseranalyse auf Betonaggressivität nach DIN 4030 und Stahlaggressivität nach DIN 50929.

Die Rammkernsondierung RKS 1-1 hat wegen Bohrhindernissen eine geringere Tiefe als die am gleichen Punkt zuvor ausgeführte Rammsondierung DPH 1 erreicht. Daher wurde leicht versetzt die Rammkernsondierung RKS 1-2 ausgeführt, um evtl. das Bohrhindernis zu umgehen. Die Wahl der Erkundungspunkte richtete sich nach den Gegebenheiten vor Ort. Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und sind dem Lageplan der Anlage 2 zu entnehmen. Die Bohrungen und Sondierungen wurden fotografiert (Anlage 3), beprobt und nach bodenmechanischen Gesichtspunkten angesprochen. In den Anlagen 4 und 5 sind die Erkundungsergebnisse grafisch dargestellt.

Weiterhin wurde die im Rahmen unseres Gutachtens 12.118 hergestellte Maschinenkernbohrung BK 1, die Rammsondierung DPH 1 sowie die an den Boden- und Felsproben der BK 1 ausgeführten Laborversuche verwendet. Das Rammdiagramm und Bohrprofil sind in Anlage 4 dargestellt. Die Ergebnisse der Versuche werden in diesem Gutachten genannt und verwendet, für die jeweiligen Labor- und Prüfberichte wird auf unser Gutachten 12.118 vom 21.06.2013 verwiesen.

5 Baugrundverhältnisse

5.1 Regionale Geologie

Gemäß des Kartendienstes des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau ist im Untersuchungsgebiet mit holozänem Auensediment, Hangschutt sowie Löss zu rechnen. Der tiefere Untergrund wird von den Schichten des Oberen Buntsandsteins, bereichsweise des Unteren Muschelkalks, gebildet.

5.2 Erdbebengefährdung

Das Baugelände kann nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg der Erdbebenzone 1 zugeordnet werden. Somit ist der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung mit $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ anzusetzen. Des Weiteren kann der vorhandene Baugrund in die Baugrundklasse B und die Untergrundklasse R eingestuft werden.

5.3 Bodenart und Schichtenfolge

Die angetroffenen Baugrundverhältnisse können zu den folgenden sechs Schichten bzw. Schichtkomplexen zusammengefasst werden:

1. **Oberboden / Grasnarbe: Schluffe (U)**
2. **Verkehrsflächen: Schwarzdecken / Pflaster**
3. **Tragschichten: Kiese (G), Sande (S)**
4. **Auffüllungen: Blöcke, Kiese (G), Sande (S), Schluffe (U)**
5. **Untergrund / Verwitterungszone: Sandstein, Kiese (G), Schluffe(U), Tone (T)**
6. **Fels: Sandstein**

Am Erkundungspunkt BK 1 wurde ein ca. 25 cm mächtiger Oberboden in Brauntönen angetroffen. Bei RKS 3 wurde eine ca. 3 cm mächtige Grasnarbe erkundet. Nach DIN 18196 kann der Oberboden der Bodengruppe UL und nach DIN 18300 der Bodenklasse 1 zugeordnet werden.

Die Befestigung der Verkehrsflächen wurde in der Kernbohrung KB auf der bestehenden Brücke über den Bocksbach als ca. 17 cm mächtige Schwarzdecke erkundet. Auf den Gehwegen wurde ein Pflaster aus ca. 8 cm mächtigen, grauen Betonsteinen angetroffen.

Unterhalb des Pflasterbelags wurden an den Erkundungspunkten RKS 1-1, RKS 1-2 und RKS 2 bis zu ca. 0,59 m u. GOK Tragschichten bzw. Kablesande aus Kiesen und Sanden mit variierenden Sand- und Schluffanteilen angetroffen. Teilweise waren die Tragschichten leicht durchwurzelt. Die Tragschichten wiesen Grau-, Braun- und Beigetöne auf. Nach DIN 18196 sind die Böden den Bodengruppen GE, GI, GU bzw. SE und nach DIN 18300 der Bodenklasse 3 zuzuordnen. Gemäß ZTVE-StB sind sie als nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1: GE, GI, SE) bzw. gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2: GU) zu bewerten.

Unterhalb der Tragschichten (RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2) bzw. des Oberbodens (BK 1) und der Grasnarbe (RKS 3) wurden bis zu 4 m u. GOK (bei RKS 2) Auffüllungen erkundet. Diese bestehen aus Blöcken, Kiesen, Sanden und Schluffen mit variierenden Block-, Stein-, Kies-, Sand-, Schluff- und Tonanteilen. Teilweise lagen Fremdbestandteile in Form von Ziegel-, Ziegelstein-, Schwarzdecken-, Keramik-, Beton- und Sandsteinbruch bzw. Kohle und Kohlebruch vor. Die Auffüllungen weisen Grau-, Braun-, Schwarz- und Rottöne auf. Die Lagerungsdichte der grob- und gemischtkörnigen Böden wurde mittels der ausgeführten Rammsondierungen im Bereich von sehr locker bis mitteldicht angetroffen. Die Konsistenz der gemischt- und feinkörnigen Böden lag im Erkundungszeitraum im Bereich von weich bis halbfest. Nach DIN 18196 sind die Böden den Bodengruppen GU, GU*, ST*, UL bzw. UM und nach DIN 18300 den Bodenklassen 3 (GU), 4 (GU*, ST*, UL, UM) bzw. 5 (je nach Steinanteil) und 6 (je nach Stein- und Blockanteil, bzw. Blöcke) zuzuordnen. Gemäß ZTVE-StB sind die Auffüllungen als gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2: GU) bzw. sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3: GU*, ST*, UL, UM) zu bewerten.

Der Untergrund wurde in Form von Sandstein, Kiesen, Schluffen und Tonen mit variierenden Kies-, Sand-, Schluff- und Tonanteilen, teilweise auch mit Steinen, erkundet. Die Böden weisen

Braun-, Rot-, Gelb- und Grautöne auf. Die Lagerungsdichte der grob- und gemischtkörnigen Böden wurde mittels der ausgeführten Rammsondierungen im Bereich von mitteldicht bis sehr dicht angetroffen. Die Konsistenz der feinkörnigen Böden lag im Erkundungszeitraum im Bereich von weich bis steif. Nach DIN 18196 sind die Böden den Bodengruppen GI, GU, GU*, UL, UM bzw. TM und nach DIN 18300 den Bodenklassen 3 (GI, GU), 4 (GU*, UL, UM, TM) bzw. 5 (je nach Steinanteil) zuzuordnen. Gemäß ZTVE-StB sind die Böden als nicht frostempfindlich (frostempfindlichkeitsklasse F1: GI) gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2: GU) bzw. sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3: GU*, UL, UM, TM) zu bewerten.

Der Fels wurde bei ca. 144,3 mNN (BK 1) angetroffen. Das Ende des Rammfortschritts der Rammsondierungen DPH 1 (bei ca. 141,8 mNN) bzw. DPH 3 (bei ca. 141,9 mNN) weist auf das Erreichen des Felshorizonts hin. Der Fels liegt als Sandstein in Rot-, Violett-, Braun- und Grautönen vor. Der Fels ist schwach verwittert bis frisch sowie mäßig hart bis sehr hart. Der Fels ist gemäß DIN 18300 in die Felsklasse 7 einzustufen sowie nach DIN 18301 in die Klassen FV2 – FV6 und FD3. An einem repräsentativen Bohrkern aus der BK 1 wurde im Rahmen des Gutachtens 12.118 die Druckfestigkeit zu 155,8 MN/m² sowie die Rohdichte zu 2,381 kg/dm³ ermittelt. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei dem ausgewählten Bohrkern aus 10,59 m - 10,77 m u. GOK um eine frisch – schwach verwitterte Felsprobe handelt. Die ermittelten Kennwerte stellen daher eher die Obergrenze dar. Für das Prüfzeugnis verweisen wir das Gutachten 12.118.

Nach den Erkundungsergebnissen ist im gesamten Gebiet mit einer heterogenen Verteilung und in jeder Tiefenlage mit Hindernissen aus Steinen und Blöcken zu rechnen. Mit zunehmender Tiefe ist mit einem Übergang der Böden in die Verwitterungszone des Buntsandsteins / Muschelkalks mit Boden- bzw. Felsklasse 6 bis 7 zu rechnen. Erfahrungsgemäß sind die Verwitterungszone und die Felsoberkante sowie deren Tiefenlage uneben und unregelmäßig ausgebildet.

5.4 Geotechnische Baugrundkenngrößen

Anhand der Erkundungsergebnisse und aufgrund von Erfahrungen wurden die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Bodenkennwerte festgelegt. Die Werte bilden eine Grundlage für erdstatische Berechnungen und Nachweise.

Tabelle 1: Charakteristische Zahlenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Lagerungsdichte / Konsistenz	Wichte, erdfeucht (unter Auftrieb) cal γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel cal ϕ [°]	Kohäsion cal c' [kN/m ²]	Steifemodul E _s [MN/m ²]
BLÖCKE	--	5 / 6	--	19 (11)	40,0	0	150
KIESE, mit variierenden Sand- und Schluff- anteilen, teilweise mit Steinen und Blöcken	GI	3	--	20 (11)	37,5	0	100
			mitteldicht	20 (11)	37,5	0	100
	GE	3	--	18 (10)	37,5	0	100
	GU	3 / 5 / 6	locker	20 (11)	32,5	0	40
			--	21 (12)	35,0	0	80
			mitteldicht	21 (12)	35,0	0	80
			dicht	22 (13)	37,5	0	150
			sehr dicht	23 (14)	37,5	0	300
	GU*	4 / 5	sehr locker	19 (9)	27,5	0	2
			locker	20 (10)	30,0	0	15
			--	21 (11)	32,5	0	40
			mitteldicht	21 (11)	32,5	0	40
			dicht	22 (12)	35,0	0	80
			sehr dicht	23 (13)	35,0	0	150
SANDE, mit variierenden Tonanteilen	SE	3	--	19 (10)	35,0	0	40
	ST*	4	weich	18 (8)	27,5	0	5
SCHLUFFE, mit variierenden Kies-, Sand- und Ton- anteilen, teilweise mit Steinen	UL	4 / 5	weich	18 (8)	30,0	2	3
			steif	19 (9)	30,0	5	5
			halbfest	20 (10)	30,0	10	15
	UM	4	weich	17 (7)	27,5	5	2
			steif	18 (8)	27,5	10	4
TONE	TM	4	weich	18 (8)	25,0	5	2
FELS (Sandstein)	Sst	6 / 7	--	25 (15)	40,0	50,0	500

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 2 zu erfüllen. Recyclingmaterial kann, wenn es den Anforderungen entspricht und chemisch unbedenklich ist, verwendet werden.

Tabelle 2: spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196:	Nichtbindige, grobkörnige Böden (GW, GI, SW, SI)
Schlammkornanteil ($d \leq 0.063$ mm):	≤ 5 Gew. %
Steinanteil ($d \geq 63$ mm):	≤ 10 Gew. %
Größtkorndurchmesser $d_{\max}$	≤ 100 mm, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Glühverlust V_{Gl}	≤ 3 Gew. %
Proctordichte ρ_{Pr}	≥ 1800 kg/m ³
Einbau und Verdichtung	Lagenweise
Schütthöhe:	je nach Verdichtungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht γ	18 - 21 kN/m ³
Scherwinkel φ'	32,5 - 35°
Kohäsion c'	(0 kN/m ²)

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 97 % der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 0,5 m darunter sind $D_{\text{Pr}} \geq 100$ % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{\text{Pr}} \geq 100$ % gefordert.

5.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Bei den Erkundungsarbeiten wurde das Grundwasser in der BK 1 am 21.03.2013 bei 146,3 mNN angebohrt, am 26.03.2013 wurde ein teileingespigelter Grundwasserstand von 146,8 mNN ermittelt. Bei den Erkundungsarbeiten am 01.08. und 02.08.2018 wurde der Grundwasserspiegel zwischen 147,1 mNN (RKS 1-2) bis 147,2 mNN (RKS 2) angetroffen. Nach unserer Recherche beim Daten- und Kartendienst der LUBW befinden sich in der Umgebung des Baugebiets keine Grundwassermessstellen. Im Bocksbach wurde im März 2013 ein Wasserstand von 148,2 mNN eingemessen, bei der Erkundung im August 2018 war das Bachbett trocken gefallen.

Gemäß der Hochwasserrisikomanagement-Abfrage bei der LUBW ist im Untersuchungsgebiet mit folgenden Hochwasserständen zu rechnen:

10-jährliches Hochwasser	HQ ₁₀	149,0 mNN
50-jährliches Hochwasser	HQ ₅₀	149,3 mNN
100-jährliches Hochwasser	HQ ₁₀₀	149,4 mNN
Extrem Hochwasser	HQ _{Extrem}	150,0 mNN

Während der Baumaßnahme muss witterungsbedingt mit dem Zutritt von Schicht- und Oberflächenwasser sowie einer Wasserführung des Bocksbachs gerechnet werden. Wir empfehlen, von einem bauzeitlichen Wasserstand von 148,7 mNN auszugehen, als Bemessungswasserstand ist das HQ₁₀₀ (149,4 mNN) zu berücksichtigen.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Die anstehenden Böden können als stark durchlässig ($k_f = 10^{-4} - 10^{-2}$ m/s: GE, GI, SE), durchlässig ($k_f = 10^{-6} - 10^{-4}$ m/s: GU*, GU), schwach durchlässig ($k_f = 10^{-8} - 10^{-6}$ m/s: ST*, UL, UM) bis sehr schwach durchlässig ($k_f \leq 10^{-8}$ m/s: TM) eingestuft werden.

5.6 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Das Grundwasser wurde in der RKS 3 in einer Tiefe von ca. 4,40 m u. GOK beprobt und auf Betonaggressivität gemäß DIN 4030 und auf Stahlaggressivität gemäß DIN 50929 untersucht. Die Prüfergebnisse können der Anlage 7 entnommen werden. Anhand der durchgeführten Untersuchung ist die Betonaggressivität als „nicht angreifend“ einzustufen. Die Korrosionswahrscheinlichkeit von Stahl ist sowohl hinsichtlich der Flächenkorrosion als auch der Mulden- und Lochkorrosion als „sehr gering“ zu bewerten. Die Festlegung einer Abrostungsrate kann ggf. auf den Ergebnissen der Grundwasseruntersuchungen gemäß DIN 50929 (Teil 3) erfolgen.

5.7 Tiefenentwässerung, kommunale Kanalisation und Leitungen

Eine Tiefenentwässerung der Bahnstrecke wurde nicht angetroffen.

Im Bett des Bocksbachs befinden sich gemäß des uns vorliegenden Kanalplans Leitungen und Kanäle der Gemeinde Pfinztal, welche das Baufeld kreuzen. Über westlich der Bahnstrecke liegende Kanaldeckel haben wir den Zustand der Kanäle im Rahmen der Möglichkeiten erfasst. Die Fotos befinden sich auf der beiliegenden Daten-CD, die ermittelten Daten sind in Anlage 9 zusammengefasst.

5.8 Homogenbereiche

Entsprechend dem Planungsstand erfolgt der Vorschlag einer Einteilung in Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten nach DIN 18300:2016-09 (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) und für das Gewerk Rammarbeiten nach DIN 18304:2016-09 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten). Die in den Anlagen und im Text beschriebenen Boden- und Felsschichten werden dabei anhand der boden- und felsmechanischen Eigenschaften sowie der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bekannten bautechnischen Belange eingeteilt. Grundlage sind die durchgeführten Feld- und Laborversuche, die Ansprache vor Ort sowie die Erfahrungen des Gutachters. Wir weisen darauf hin, dass die in der Anlage 10 angegebenen Bodenklassen der Orientierung dienen sollen. Der Vorschlag der Einteilung der Homogenbereiche kann den Anlagen 4 und 10 entnommen werden.

6 Empfehlungen zur Baumaßnahme

6.1 Allgemeine Angaben

Nach aktuellem Planungsstand ist der Neubau als Rahmenbauwerk in Stahlbetonbauweise mit einer Flachgründung (siehe Abschnitt 6.2 ff) geplant. Die geplante Baumaßnahme erfordert eine vergleichsweise tiefe Baugrube mit entsprechenden Verbaumaßnahmen sowie einer Wasserhaltung. Aus baupraktischen Gründen könnte sich eine Tiefgründung, die einen geringeren Aufwand hinsichtlich Verbau- und Wasserhaltungsmaßnahmen erfordert, als wirtschaftlich erweisen. Daher wurden als Alternativen Angaben zu einer Tiefgründung mittels Bohrpfählen (Abschnitt 6.5) bzw. Mikropfählen (Abschnitt 6.6) gemacht.

6.2 Neubau der Brücke als Rahmenbauwerk

Der Neubau der Bocksbachbrücke ist als Rahmenbauwerk in Stahlbetonbauweise geplant. Die Gründungssohle ist etwa auf der Höhe des Bestandsbauwerks bei ca. 146,6 mNN vorgesehen. Die Gründung soll auf Flachfundamenten mit einer Breite von ca. 3,0 m bis 3,5 m erfolgen. Als Lasten wurden uns seitens des Tragwerksplaners Eigenlasten von $G_k \approx 250 \text{ kN/m}$ sowie Verkehrslasten von $Q_k \approx 150 \text{ kN/m}$ mitgeteilt.

In dieser Tiefe wurden überwiegend weiche bzw. weich - steife, Schluffe mit verschiedenen Nebenbestandteilen bis zu Tiefen von 145,2 mNN angetroffen, in der RKS 1-2 stehen über dem Schluff noch ca. 0,4 m mitteldichten Kiesel an. Unter dem Schluff folgen mitteldicht bis sehr dicht gelagerte Kiese mit verschiedenen Nebenbestandteilen, die in Tiefen zwischen 144,3 mNN (RKS 1-1) bis 142,0 mNN (RKS 3) in den Felshorizont bzw. dessen Verwitterungszone übergehen.

Die Schluffe sind für eine Gründung des Bauwerks nicht oder nur bedingt geeignet. Zur Reduzierung von Setzungen und zur Vergleichmäßigung der Bettungsverhältnisse wird daher unterhalb der Gründungssohle bereichsweise ein Bodenaustausch (BA) erforderlich. Der BA sollte mit einem gut abgestuften und verdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (entsprechend Tabelle 2) erfolgen. Das Austauschmaterial ist lagenweise einzubauen und auf eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Bei der Herstellung des BA ist eine Lastausbreitung von 45° zu beachten. Das Verdichtungsverfahren (statisch, dynamisch), das Verdichtungsgerät und die Verdichtungsleistung (Lagendicken, Arbeitsgänge) sind an die jeweilige Bodenart anzupassen. Es sind Eigenüberwachungsprüfungen und Kontrollprüfungen vorzusehen, da mögliche Setzungen sowie der damit verbundene Unterhaltungsaufwand maßgeblich von Einbau und Verdichtung des Bodenaustausches abhängig sind. Zum Bodenaustausch wird weiterhin auf die ZTVE-StB 09 sowie die einschlägigen Vorschriften verwiesen.

Für einen BA bis auf die nichtaufgefüllten Kiese (RKS 1-1: BA bis 145,2 mNN, RKS 2: kein BA, RKS 3: BA bis 145,7 mNN) wurden die in der folgenden Tabelle angegebenen rechnerisch zu erwartenden Setzungen s_{cal} , zulässigen Bodenpressungen σ_{zul} und Bettungsmoduli $k_{s,k}$ ermittelt. Die angegebenen Werte gelten für die nach aktuellem Planungsstand zu Grunde gelegte Abmessung der Fundamente von $3,0 \times 10,0 \text{ m}$.

Tabelle 3: Rechnerische Setzungen s_{cal} , zulässige Bodenpressungen σ_{zul} und Bettungsmoduli $k_{s,k}$ für ein Fundament $3,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$ bei 146,6 mNN mit einem Bodenaustausch (BA) bis in die nichtaufgefüllten Kiesschichten

rechnerische Setzung $s_{cal} [\text{cm}]$	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul} [\text{kN/m}^2]$	Bettungsmodul $k_{s,k} [\text{MN/m}^3]$
$\leq 1,0$	100	10,0
$\leq 2,0$	200	10,0

Die wahrscheinlich zu erwartenden Setzungen werden etwa bei 2/3 des rechnerischen Wertes liegen. Die angegebenen zulässigen Bodenpressungen sind im Sinne der DIN 1054 zu interpretieren, d. h. sie gelten für effektive Fundamentbreiten (b bzw. $b' = b - 2e$) und vertikal, mittig belastete Fundamente (LF1). Zwischenwerte für Fundamentbreiten, die nicht ausgewiesen sind, können linear interpoliert werden. Eine Extrapolation ist nicht zulässig.

Wir empfehlen, die Gründungssohle sowie die Verdichtung des Verfüllmaterials von einem geotechnisch Sachverständigen abnehmen zu lassen. Die Hinweise zur Bauausführung sind zu beachten.

6.3 Verbaumaßnahmen

Bedingt durch die örtlichen Gegebenheiten (benachbarte Bahnstrecke, Kanalisation/Leitungen, dichte Bebauung) ist die Baugrube durch einen Verbau zu sichern. Dies kann z.B. durch Spundwände erfolgen.

Die Spundwände können anhand der in den Rammsondierungen ermittelten Schlagzahlen N_{10} voraussichtlich bis ca. 145,0 mNN gerammt werden. Bis in diese Tiefen sind gut rammbare Böden zu erwarten. Im gesamten Baufeld ist jedoch in jeder Tiefenlage mit erschwerten Rammbedingungen und mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken zu rechnen. Dementsprechend muss teilweise mit erheblich höheren Einbringenergien gerechnet werden, als aus den Rammdiagrammen abgeleitet werden kann. Erfahrungsgemäß ist bei Schlagzahlen N_{10} von 0 bis 15 von einer guten Rammbarkeit auszugehen. Böden, die Schlagzahlen > 15 aufweisen, sind als nur bedingt rammbaar einzustufen. Bei Schlagzahlen > 20 ist davon auszugehen, dass eine Rammbarkeit nicht gegeben ist und dementsprechende Einbringhilfen erforderlich werden. Die erforderliche Einbindetiefe richtet sich nach statischen Belangen. Ab ca. 145,0 mNN ist für das Einbringen der Spundwände wahrscheinlich ein Vorbohren erforderlich. Es wird darauf hingewiesen, dass entsprechende Lockerungsbohrungen keinesfalls tiefer als die geplante Spundwandlänge auszuführen sind. Im tieferliegenden Festgestein muss ggf. vorgebohrt werden (Austauschbohrungen). Dementsprechende Maschinen sind auf der Baustelle vorzuhalten. Die Hinweise zur Bauausführung sind zu beachten.

Die Wahl von geeigneten Maschinen für das Herstellen der Verbauten ist Aufgabe der ausführenden Firma. Hierfür sind die Ergebnisse dieser Erkundung den Baufirmen im Rahmen der Angebotsanfrage zur Verfügung zu stellen.

Aufgrund der Baugrubentiefe ist voraussichtlich eine Aussteifung oder Rückverankerung des Verbaus erforderlich. Eine Rückverankerung kann entweder im Fels oder in den anstehenden Böden erfolgen, Übergangsbereiche sind zu vermeiden.

Mit dem Felshorizont ist bei einem Niveau zwischen ca. 144,3 mNN (BK 1) bis ca. 142,0 mNN (RKS 3) zu rechnen. Die Krafteinwirkungslänge der Anker beträgt im Fels mindestens 3,0 m. Für den anstehenden Fels kann ein Mantelreibungswert von $\text{cal } \tau_M = 700 \text{ KN/m}^2$ angesetzt werden.

Die aufgefüllten Böden im Baugebiet weisen eine große Heterogenität auf. Für Ankerkörper, die nicht im Fels hergestellt werden sollen, ist daher eine Lage in den unterhalb von ca. 145,0 mNN anstehenden Kiesen anzustreben. Für die Mantelreibung von Ankerkörpern in diesem Schichtkomplex kann bei einer Mindestüberdeckung von 4 m $\text{cal } \tau_M = 200 \text{ KN/m}^2$ angesetzt werden.

Die o. g. Werte der Mantelreibung sind Grenzwerte. Bei der Festlegung der zulässigen Ankerbelastung / Gebrauchslast sind noch die entsprechenden Sicherheitsbeiwerte zu berücksichtigen. Des Weiteren ist der Nachweis der Standsicherheit des Gesamtsystems, bestehend aus Bauwerk, Ankern und dem von den Ankern erfassten Bodenkörper, zu führen. Wir empfehlen Schläuche für eine mögliche Nachverpressung mit einzubauen. Jeder Anker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die DIN EN 1537 ist beachten.

6.4 Wasserhaltung und Auftriebssicherung

Der durch das Baugebiet verlaufende Bocksbach ist zeitweise wasserführend. Abhängig von der Ausdehnung der Baumaßnahme kann es sinnvoll sein das Wasser des Bocksbachs mit einem Fangedamm zu sammeln und mit Rohren durch die Baugrube zu leiten.

Während der Erkundungsarbeiten wurde das Grundwasser bei bis zu 147,2 mNN und damit oberhalb der geplanten Gründungssohle angetroffen. Daher sind Maßnahmen zur Wasserhaltung vorzusehen. Eine Abschätzung des zu erwartenden Wasserandrangs kann mit den in Abschnitt 5.5 angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten vorgenommen werden. Für eine genauere Bestim-

mung sind ergänzende Felduntersuchungen (Pumpversuche) erforderlich. Die Planung der notwendigen Wasserhaltung (Zusammenstellung der erforderlichen Geräte und Werkzeuge, Aufbau, Anzahl und Anordnung und Ausbau von Brunnen bzw. Pumpensämpfen etc.) obliegt dem ausführenden Unternehmen. Die Entnahme und Ableitung des anfallenden Lenzwassers unterliegt einer behördlichen Genehmigungspflicht (Wasserrechtsantrag) beim zuständigen Landratsamt. Falls das geförderte Wasser nicht einer Vorflut zugeleitet werden darf, sind entsprechende Abwassergebühren in die Baukosten einzukalkulieren.

Alternativ zu einer Wasserhaltung ist ein wasserdichter Verbau denkbar. Dieser kann z. B. mit Spundwänden hergestellt werden, die mittels Austauschbohrungen in den Fels einbinden und durch Injektionen einen dichten Verbund mit dem Fels erzielen.

Alle erforderlichen Nachweise, insbesondere zur Auftriebssicherheit, des Bauwerks und der Aushubsohlen, sind für alle Bauzustände zu führen. Gegebenenfalls ist eine Rückverankerung im Fels erforderlich (zur Bemessung siehe Abschnitt 6.6). Bei Hochwasserereignissen, die über den bauzeitlichen Bemessungswasserstand hinausgehen, kann die Erfordernis zur temporären Flutung der Baugrube nicht ausgeschlossen werden.

Bei einer Baugrubensicherung mit wasserdichten Spundwänden und ggf. Sohlabdichtung ist mit einem geringen Restwasserandrang zu rechnen. Hierfür ist eine Restwasserhaltung vorzuhalten.

6.5 Alternative Tiefgründung mittels Bohrpfählen

Bei einer Tiefgründung auf Bohrpfählen, bei der evtl. die tiefsten Teile des bestehenden Bauwerks im Untergrund verbleiben und durchbohrt werden, kann je nach Ausführung ganz auf einen Baugrubenverbau und eine Grundwasserhaltung verzichtet werden.

Gemäß der EA-Pfähle sollen Bohrpfähle mindestens 0,5 m in Fels mit einer einaxialen Druckfestigkeit von $q_{u,k} > 5 \text{ MN/m}^2$ einbinden. Weiterhin soll die Mächtigkeit dieser Schicht unter den Pfahlfüßen mindestens 3 Pfahlersatzfußdurchmesser bzw. mindestens 1,5 m betragen. Daher sind die Bohrpfähle im Festgestein des Sandsteins zu gründen, das in einer Tiefenlage ab ca. 141,8 mNN (RKS 1-1) 142,5 mNN (RKS 2) bzw. 142,0 mNN (RKS 3) erwartet wird.

Die tatsächliche Einbindetiefe in das Festgestein richtet sich nach den statischen Erfordernissen. Für die Bohrpfähle kann bei einer Einbindung gemäß EA-Pfähle von mindestens 0,5 m in diese Schicht ein charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand von

$$q_{b,k} = 4,0 \text{ MN/m}^2$$

sowie unterhalb der Mindesteinbindetiefe in Anlehnung an die EA-Pfähle eine charakteristische Pfahlmantelreibung von $q_{s,k} = 400 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden. Diese Werte gelten für Einzelfähle. Aufgrund der geringen Verformungen bei einer Gründung im Fels kann eine Mantelreibung in den überlagernden Lockergesteinsschichten i.d.R. nicht mobilisiert und daher nicht angesetzt werden.

Die tatsächliche Lage des Felshorizontes muss bei der Herstellung der Pfähle verifiziert werden. Abweichungen vom vermuteten Felshorizont können nicht ausgeschlossen werden. Erfahrungsgemäß sind die Verwitterungszone und die Felsoberkante uneben und unregelmäßig ausgebildet. Die Tiefenlage von Verwitterungszone und Felsoberkante kann zudem im Erkundungsgebiet stark variieren. Entsprechende Längenreserven für die Pfahlherstellung sind einzuplanen.

Die Wahl von geeigneten Maschinen ist Aufgabe des ausführenden Unternehmens. Hierfür sind die Ergebnisse der Baugrunderkundungen maßgebend, so dass dem ausführenden Unternehmen die Baugrundgutachten im Rahmen der Auftragsvergabe zur Verfügung gestellt werden

müssen. Die gültigen Normen, Richtlinien und Bestimmungen, insbesondere der EC 7 und die EA-Pfähle, sind zu beachten.

6.6 Alternative Tiefgründung mittels Mikropfählen

Mikropfähle können, falls erforderlich, zur Auftriebssicherung des Bauwerks oder von Verbauelementen sowie zur Gründung des Bauwerks verwendet werden.

Bei einer Tiefgründung mit verpressten Mikropfählen, die zum Lastabtrag in den Fels einbinden, sind diese als Pfahlrost oder Pfahlblock unter einer Pfahlkopfplatte als Auflager anzuordnen. Dabei kann das bestehende Bauwerk auch durchbohrt werden und teilweise im Untergrund verbleiben.

Bei der Bemessung der Mikropfähle können nach EA Pfähle und nach unserer Erfahrung eine Mantelreibung von

$$q_{s,k} = 250 \text{ kN/m}^2$$

angenommen werden. Die Gruppenwirkung ist zu beachten. Die maximale aufzunehmende Zugkraft darf dabei nicht größer sein, als das anteilige Bodeneigengewicht pro Pfahl. Ein Spitzen- und seitlicher Druck darf nicht angesetzt werden. Aufgrund der geringen Verformung kann eine Mantelreibung in den überlagernden Lockergesteinsschichten i.d.R. nicht mobilisiert und daher nicht angesetzt werden. Bei einer Einbindung der Pfähle in den Festgesteinshorizont (siehe Abschnitt 6.5) empfehlen wir die oben angegebenen Werte für die Mantelreibung in diesen Horizont erst ab einer Einbindung von 0,5 m anzusetzen. Für die Bemessung von Rohrverpresspfählen kann der oben aufgeführte charakteristische Mantelreibungswiderstand um 15 % vergrößert werden.

Die Gewährleistung der Tragfähigkeit ist an Probelastungen nachzuweisen. Es sind alle erforderlichen Nachweise zur Ableitung der Kräfte in den Untergrund zu führen. Die gültigen Vorschriften, insbesondere der EC-7 und die EA-Pfähle, sind zu beachten.

6.7 Böschungen

Falls die Platzverhältnisse im Baugebiet eine Abböschung der Baugruben zulassen, können Baugruben oberhalb des Grundwasserstands, bzw. oberhalb des Wasserstands im Bocksbach, nach DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von 45° (nichtbindige oder weiche bindige Böden) bzw. 60° (mindestens steife bindige Böden) hergestellt werden. Die Böschungen sind gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Die DIN 4124 ist zu beachten.

6.8 Arbeitsraumverfüllungen

Eine Wiederverfüllung von Arbeitsräumen mit den anstehenden Böden ist aufgrund von deren Heterogenität und bindigen Anteile aus geotechnischer Sicht als problematisch anzusehen. Daher wird zur Verfüllung von Arbeitsräumen die Verwendung eines Kies-Sand-Gemisches entsprechend Tabelle 2 empfohlen. Das Austauschmaterial ist lagenweise einzubauen und gemäß den Vorgaben von Abschnitt 5.4 zu verdichten. Das Verdichtungsverfahren (statisch, dynamisch), das Verdichtungsgerät und die Verdichtungsleistung (Lagendicken, Arbeitsgänge) sind an die jeweilige Bodenart anzupassen. Es sind Eigenüberwachungsprüfungen und Kontrollprüfungen vorzusehen. Die Hinweise der ZTVE-StB sind zu beachten.

7 Umwelttechnische Untersuchungen

7.1 Allgemeines

Ziel der umwelttechnischen Untersuchungen ist eine Beurteilung der Untergrundverhältnisse des untersuchten Baugeländes unter umwelttechnischen Gesichtspunkten auf der Basis gültiger Richtlinien. Beim geplanten Brückenneubau wird Aushub anfallen. Für dessen Entsorgung bzw. Verwertung ist eine umwelttechnische Untersuchung notwendig.

7.2 Grundlagen

Feldarbeiten und chemische Untersuchungen sowie die Erstellung dieses Gutachtens erfolgten auf der Basis folgender Unterlagen:

- [7] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), vom 12.07.1999,
- [8] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Umweltministerium Baden-Württemberg, 14.03.2007,
- [9] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfälle -Technische Regeln-, (LAGA-TR), vom 06.11.2003.
- [10] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01, Ausgabe 2005,
- [11] Leitfaden zum Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Mai 2018.

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten bzw. Messwerten wird anfallender Aushub verschiedenen Einbauklassen zugeordnet. Die Verwaltungsvorschrift des Landes Baden-Württemberg unterscheidet dabei die folgenden Einbauklassen im Sinne einer Verwertung:

Einbauklasse Z0 (uneingeschränkter offener Einbau): Liegen die Stoffgehalte/Messwerte unter dem Z0-Wert, ist im Allgemeinen eine uneingeschränkte Verwertung möglich.

Einbauklasse Z1 (eingeschränkter offener Einbau): Einbau in technischen Bauwerken in wasserdurchlässiger Bauweise. Sie ist untergliedert in die Einbauklassen Z1.1 und Z1.2.

Einbauklasse Z1.1: Der Zuordnungswert Z1.1 stellt die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser. Bei Einhaltung dieser Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten. Es ist ein Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von einem Meter einzuhalten.

Einbauklasse Z1.2: In hydrogeologisch günstigen Gebieten kann, sofern dies landesspezifisch festgelegt ist, Boden mit Stoffgehalten/Messwerten bis zum jeweiligen Zuordnungswert Z1.2 eingebaut werden. Bei Bodenaustausch und -ersatz gilt dies nur für Flächen, die bereits eine Vorbelastung des Bodens >Z1.1 aufweisen.

Einbauklasse Z2 (eingeschränkter Einbau): Liegen die Stoffgehalte/Messwerte unter dem Zuordnungswert Z2, kann der Boden unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingebaut werden (Einzelheiten dazu in: Verwaltungsvorschrift, AB. 5.4).

Die Einstufung von Materialien mit Stoffgehalten/Messwerten >Z2 erfolgt nach der Deponieverordnung.

7.3 Probenahme und Untersuchungsumfang

Die umwelttechnischen Untersuchungen dienen dem Ziel, die durchschnittliche Schadstoffbelastung zu bestimmen, um darauf basierend eine definierte Aussage zum Entsorgungsziel (Verwertung oder Beseitigung) gemäß VwV Boden bzw. RuVA - StB vornehmen zu können. Die Beprobungsarbeiten erfolgten am 01.08. und 02.08.2018 unter Leitung eines Sachkundigen gemäß DIN 4021. In der folgenden Tabelle sind die entnommenen Mischproben, die im Rahmen dieser Erkundung untersucht wurden, aufgelistet.

Tabelle 4: Probenliste

Probenbezeichnung	Entnahmestellen	Ø Entnahmetiefe	Untersuchungsumfang
MP SD 1	KB	0,00 - 0,17 m	RuVA-StB 01
MP Tragschicht	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2	0,08 - 0,59 m	VwV Boden
MP Auffüllung	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2, RKS 3	0,03 - 4,00 m	VwV Boden
MP Boden	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2, RKS 3	3,00 - 9,40 m	VwV Boden

Das Untersuchungsprogramm wurde im Zeitraum vom 20.08. - 03.09.2018 bearbeitet. Bei den chemischen Analysen am Feststoff beziehen sich die angegebenen Gehalte auf die Trockensubstanz (TS). Der Schadstoffgehalt in der jeweiligen Feststoffprobe ist dementsprechend in mg/kg TS angegeben. Bei Eluatuntersuchungen werden die analysierten Gehalte in mg/l bzw. µg/l angegeben. Die angewendeten Analyseverfahren sind in den Prüfberichten aufgeführt und können der Anlage 7 entnommen werden.

7.4 Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen

In der folgenden Tabelle sind die verwertungsrelevanten Parameter sowie die entsprechende Verwertungsklasse aufgeführt. Die vollständigen Prüfergebnisse sind der Anlage 7 zu entnehmen.

Tabelle 5: Ergebnisse der Teer-/Pechuntersuchungen nach RuVA-StB 01

Probenbezeichnung	Gesamtgehalt im Feststoff PAK n. EPA [mg/kg]	Phenol-Index im Eluat [mg/l]	Verwertungsklasse nach RuVA	Verwertungsverfahren nach RuVA Abschnitt
MP SD 1	0,81	< 0,01	A	4.1 (4.2 / 4.3)

In Abhängigkeit von den festgestellten Verwertungsklassen nach den RuVA sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Verwertungsverfahren im Straßenbau möglich (Näheres vgl. RuVA-StB 01).

Tabelle 6: Verwertungsverfahren in Abhängigkeit von der Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01

Verwertungsklasse	A	B	C
Verwertungsverfahren	Alle; vorzugsweise nach Abschnitt 4.1 Heißmischverfahren (4.2) (4.3)	Nach Abschnitt 4.2 Kaltmischverfahren mit Bindemittel	

Die am Erkundungspunkt KB angetroffene Schwarzdecke kann nach den Erkundungsergebnissen als gering belastet eingestuft und somit einer Wiederverwertung zugeführt werden (Verwertungsklasse A).

7.5 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Die anstehenden Bodenschichten wurden zunächst einzeln beprobt und anschließend zu 3 Mischproben zusammengefasst. Diese wurden auf die Parameter der VwV Boden analysiert. In der folgenden Tabelle sind die verwertungsrelevanten Parameter sowie die entsprechenden Einbauklassen aufgeführt. Schadstoffparameter, deren Konzentration so gering ist, dass die den Zuordnungswert für Z0 nach VwV Boden nicht überschreiten, werden nicht explizit aufgeführt. Die vollständigen Prüfergebnisse können der Anlage 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Ergebnisse und Bewertung der chemischen Analysen des Bodens nach VwV Boden

Probenbezeichnung	Parameter	Messung im	Einheit	Messwert	Einbauklasse
MP Tragschicht	keine verwertungsrelevanten Schadstoffkonzentrationen nachgewiesen				Z0
MP Auffüllung	ΣPAK n. EPA	Feststoff	mg/kg	7,67	Z1.2
	Benzo(a)pyren	Feststoff	mg/kg	0,94	Z2
MP Boden	keine verwertungsrelevanten Schadstoffkonzentrationen nachgewiesen				Z0

MP Tragschicht:

Die grobkörnigen Böden der Tragschichten wurden einzeln beprobt, zur Laborprobe MP Tragschicht zusammengefasst und untersucht. In dieser Laborprobe wurden keine verwertungsrelevanten Parameter nachgewiesen. Die untersuchten Bodenschichten werden gemäß VwV Boden in die Einbauklasse Z0 eingestuft. Somit ist aus umwelttechnischer Sicht eine uneingeschränkte Verwertung möglich.

MP Auffüllung:

Die gemischt- und feinkörnigen Böden der Auffüllungen, die teilweise Fremdbestandteile enthalten, wurden einzeln beprobt, zur Laborprobe MP Auffüllung zusammengefasst und untersucht. In dieser Laborprobe wurden als verwertungsrelevante Parameter Benzo(a)pyren sowie PAK im Feststoff nachgewiesen. Die untersuchten Bodenschichten werden gemäß VwV Boden in die Einbauklasse Z2 eingestuft. Somit ist aus umwelttechnischer Sicht eine Verwertung unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich.

MP Boden:

Die grob-, gemischt- und feinförnigen Böden des Untergrunds sowie des Felses wurden einzeln beprobt, zur Laborprobe MP Boden zusammengefasst und untersucht. In dieser Laborprobe wurden keine verwertungsrelevanten Parameter nachgewiesen. Die untersuchten Bodenschichten werden gemäß VwV Boden in die Einbauklasse Z0 eingestuft. Somit ist aus umwelttechnischer Sicht eine uneingeschränkte Verwertung möglich.

7.6 Allgemeine Hinweise zur Entsorgung

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse empfehlen wir grundsätzlich, den anfallenden Bodenaushub bei entsprechender umwelttechnischer Eignung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes einer Wiederverwertung zuzuführen. Auf das Vermischungsverbot wird ausdrücklich hingewiesen. Die einzelnen Bodenschichten, Schichtkomplexe und Baustoffe sind dementsprechend getrennt auszuheben bzw. rückzubauen (Farbänderungen und Veränderungen der Zusammensetzungen sind zu beachten). Es wird darauf hingewiesen, dass für eine Beseitigung von Aushub auf einer

Deponie gegebenenfalls weitere umwelttechnische Untersuchungen nach LAGA PN98 (Probenahme und Deklarationsanalysen) erforderlich sind. Sollte eine Bereitstellung für eine umwelttechnische Untersuchung erforderlich sein, so sind die Ausbaustoffe in getrennten Haufwerken zu maximal 250 m³ zu lagern. Diese sind durch das Abdecken mit Planen fachgerecht vor Witterungseinflüssen zu schützen. Dementsprechende Positionen (Bereitstellungskosten der Lagerfläche, lagern, abdecken, erneutes Laden, Transport zur Entsorgungsstelle etc.) sind ggf. vom Bieter mit einzukalkulieren. Der Entsorgungsweg ist im Bietergespräch aufzuzeigen. Umwelttechnische Untersuchungen sollten durch den Bauherrn oder einen durch ihn beauftragten Sachverständigen erfolgen und nicht Teil der Ausschreibung sein. Für Beprobungen und Untersuchungen ist ein Zeitraum von ca. 15 Werktagen einzuplanen.

8 Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

Die einzelnen Bodenschichten bzw. Schichtkomplexe sind getrennt auszuheben (Farbänderungen und Veränderungen der Kornzusammensetzungen sind zu beachten) und zu verwerten bzw. zu entsorgen. Um beim Aushub eine Auflockerung der Aushubsohle zu vermeiden, wird der Einsatz zahnloser Baggerlöffel empfohlen. Der Aushub darf eine Tagesleistung nicht überschreiten, um witterungsbedingte Wassergehaltsänderungen zu vermeiden.

Während der Bauarbeiten muss grundsätzlich mit dem Antreffen von Schichtenwasser sowie mit Niederschlagswasser gerechnet werden. Es ist die Möglichkeit zu schaffen, anfallendes Restwasser mit Hilfe eines Pumpensumpfes in der Baugrube zu sammeln und abzuleiten.

Die anstehenden bindigen Böden müssen gegen witterungsbedingte Einflüsse, z. B. durch Abdecken mit geeigneten Mitteln, geschützt werden. Bei unsachgemäßer Handhabung ist es möglich, dass die anstehenden bindigen Böden nach einer Aufweichung der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zugeordnet werden müssen.

Das freigelegte Planum ist zu schützen und sollte nicht befahren werden. Die Anzahl an Überfahrten ist grundsätzlich auf ein Minimum zu begrenzen. Jeglicher Aushub und Einbau von Schichten sollte vor Kopf erfolgen.

Um beim Aushub eine Auflockerung der Aushubsohle zu vermeiden, wird der Einsatz zahnloser Baggerlöffel empfohlen. Um witterungsbedingte, ungünstige Wassergehaltsänderungen zu vermeiden, darf der Aushub eine Tagesleistung nicht überschreiten.

Übergänge von bindigen Böden zu Austauschmaterial (Bodenaustausch oder Arbeitsraumverfüllung) müssen filterstabil ausgeführt werden bzw. sind durch ein Vlies der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 zu trennen.

Für die Beurteilung der Zulässigkeit von schlagenden oder vibrierenden Einbringhilfen für den Verbau und von Verdichtungsgeräten (Größe und Art der Rüttler, Stampfer etc.) werden Erschütterungsmessungen dringend empfohlen. Aufgrund der Bebauung in unmittelbarer Nähe der Maßnahme ist davon auszugehen, dass die Verbauträger erschütterungsarm eingebracht werden müssen. Es wird auf die Ergebnisse der Rammsondierungen im Zusammenhang mit den Verbauarbeiten hingewiesen. Es sollte geprüft werden, ob im Vorfeld eine Beweissicherung durchzuführen ist.

Hinsichtlich Erdaushub-, Planierungs- und Verdichtungsarbeiten wird grundsätzlich auf die ZTVE-StB 09 hingewiesen. Des Weiteren wird auf die sach- und fachkundige Ausführung und Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten sowie auf die Durchführung von entsprechenden Kontrollprüfungen (Eignungsnachweise, Eigenüberwachungen, etc.) hingewiesen.

Baugeräte und Maschinen sind den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Die Wahl von geeigneten Maschinen ist Aufgabe der ausführenden Firma. Da hierfür die Ergebnisse der Baugrunder-

kundung maßgebend sind, sollten die Ergebnisse der Erkundungen den Baufirmen im Rahmen der Angebotsanfrage zur Verfügung gestellt werden.

9 Schlussbemerkungen

Für den Neubau der Brücke über den Bocksbach in Kleinsteinbach an der Strecke 4200 wurden durch das Ingenieurbüro augeon GmbH & Co. KG Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen wurde dieses geo- und umwelttechnische Gutachten ausgearbeitet. Darin werden Angaben zu Boden- und Schichtenverhältnissen gemacht.

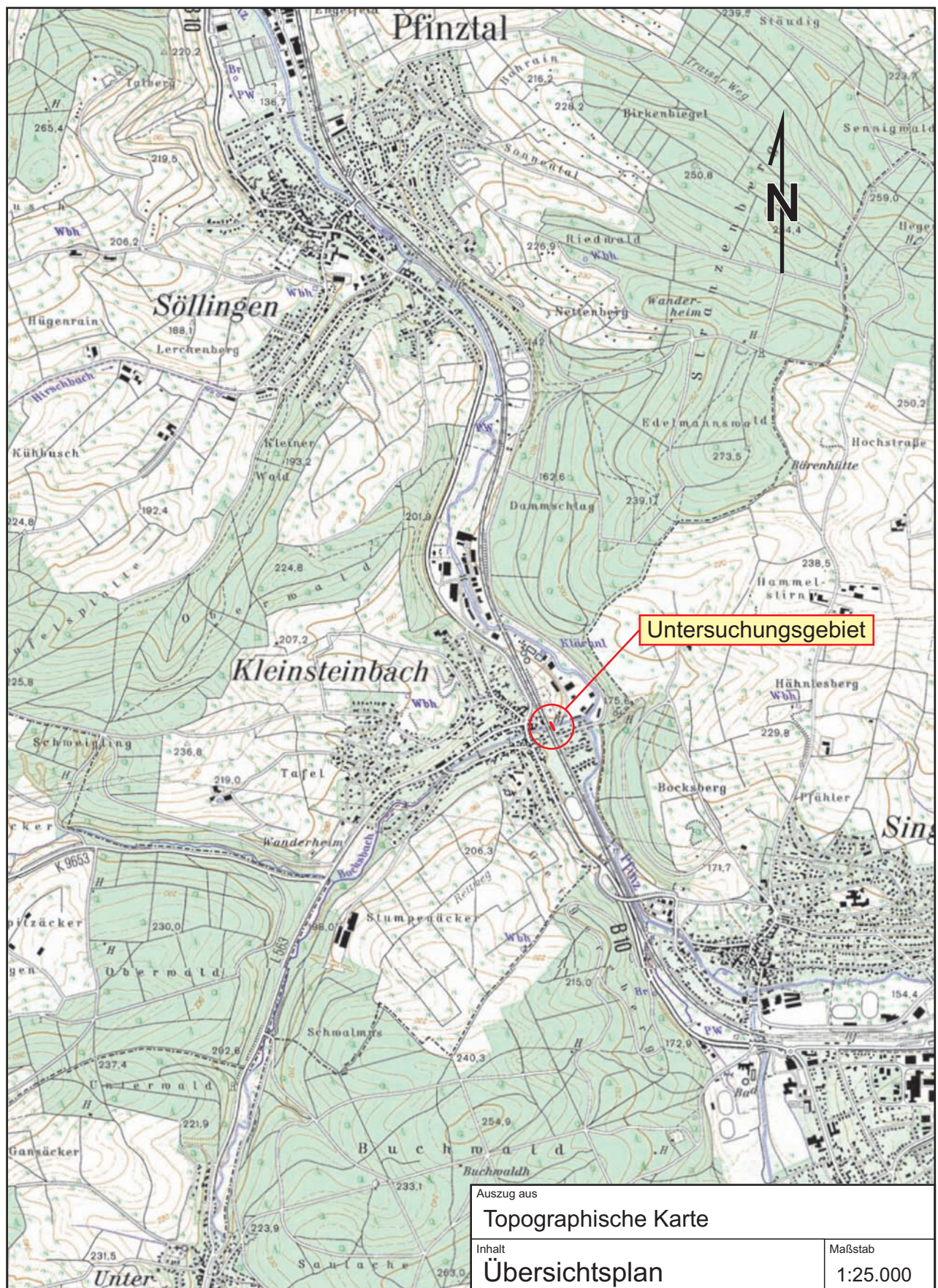
Die angegebenen Empfehlungen besitzen nur für die geplante Baumaßnahme Gültigkeit. Aufgrund sich verändernder Schichtmächtigkeiten, Bodenverhältnisse und hydrologischer Randbedingungen sind die Ergebnisse auf andere Lokationen nicht ohne weitere Überprüfung übertragbar. Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen.

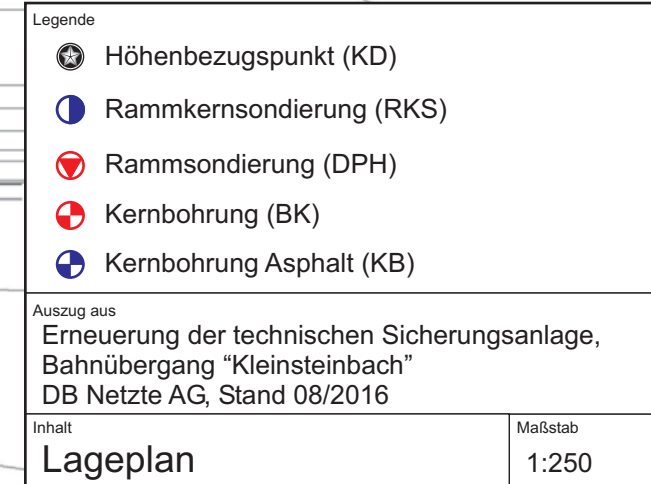
Die in diesem Gutachten genannten Wertungen und Empfehlungen erfolgten unter Zugrundelegung entsprechender Regeln, Richtlinien und Merkblätter. Die Entscheidungen über die Notwendigkeit und Realisierung der Empfehlungen sowie die weitere Vorgehensweise bleiben im vorliegenden Fall den Aufsichts- und Fachbehörden, ggf. in Rücksprache mit dem Bauherrn / AG, vorbehalten. Diese sollten aber nicht grundlegend von den hier ausgesprochenen Empfehlungen abweichen, da sonst anderweitige Umstände maßgebend werden könnten, die neu zu untersuchen und zu beurteilen sind.

Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit. Bei auftretenden Fragen bitten wir um Benachrichtigung.

Dr.-Ing. Holger Wienbroer
(Geschäftsführer)

Dipl.-Ing. Christian Zindler
(Projektleiter)





Fotodokumentation



Foto 1: Übersicht bei DPH 1 / RKS 1-1 / RKS 1-2



Foto 2: Handsch. und Aushub bei RKS 1-1 / RKS 1-2



Foto 3: Übersicht bei DPH 2 / RKS 2



Foto 4: Blick in Handschacht bei DPH 2 / RKS 2



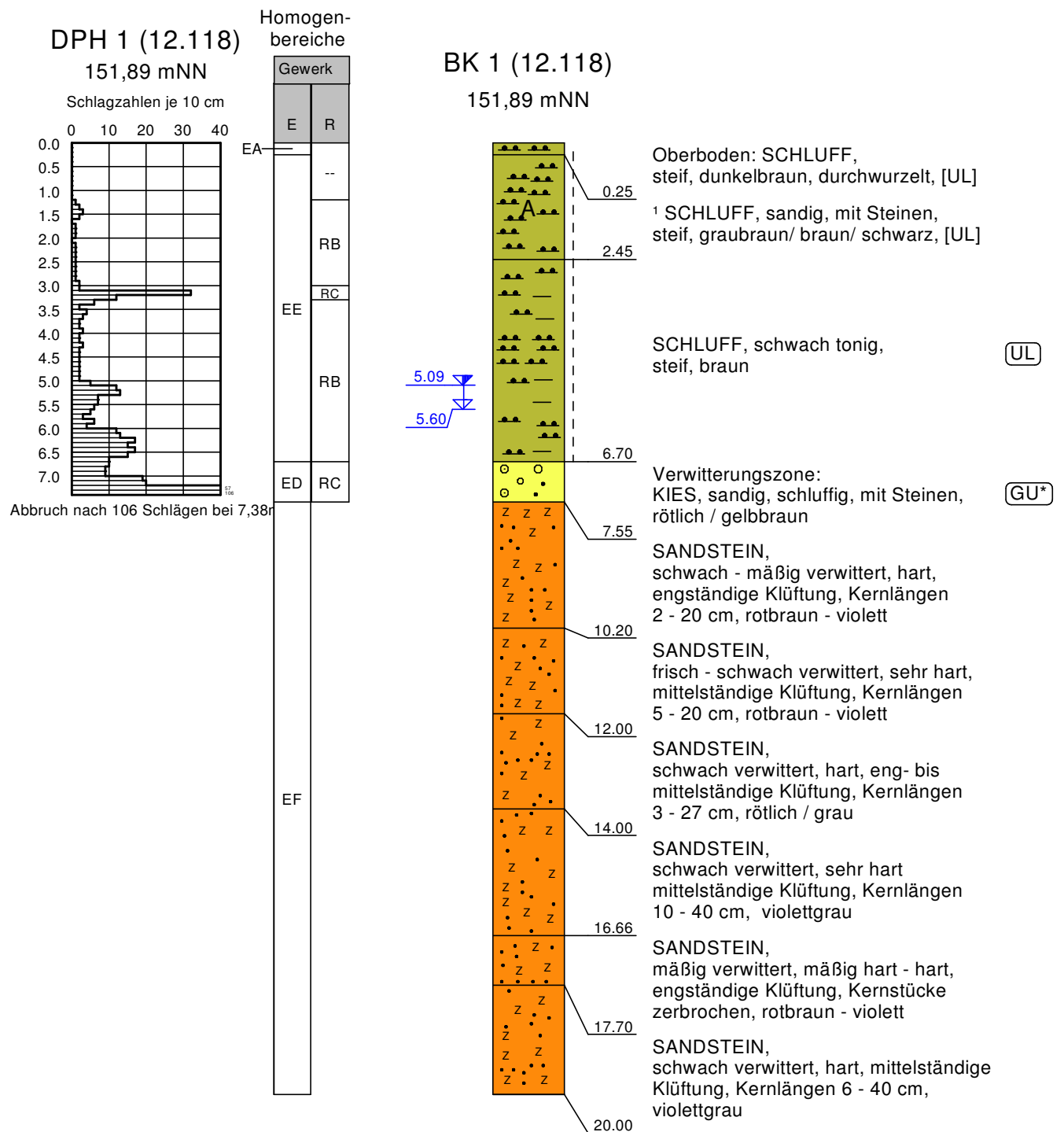
Foto 5: Übersicht bei DPH 3 / RKS 3



Foto 6: Übersicht bei KB

Weitere Fotos befinden sich auf beiliegender CD.

Rammdiagramme und Bohrprofile - M. 1:125

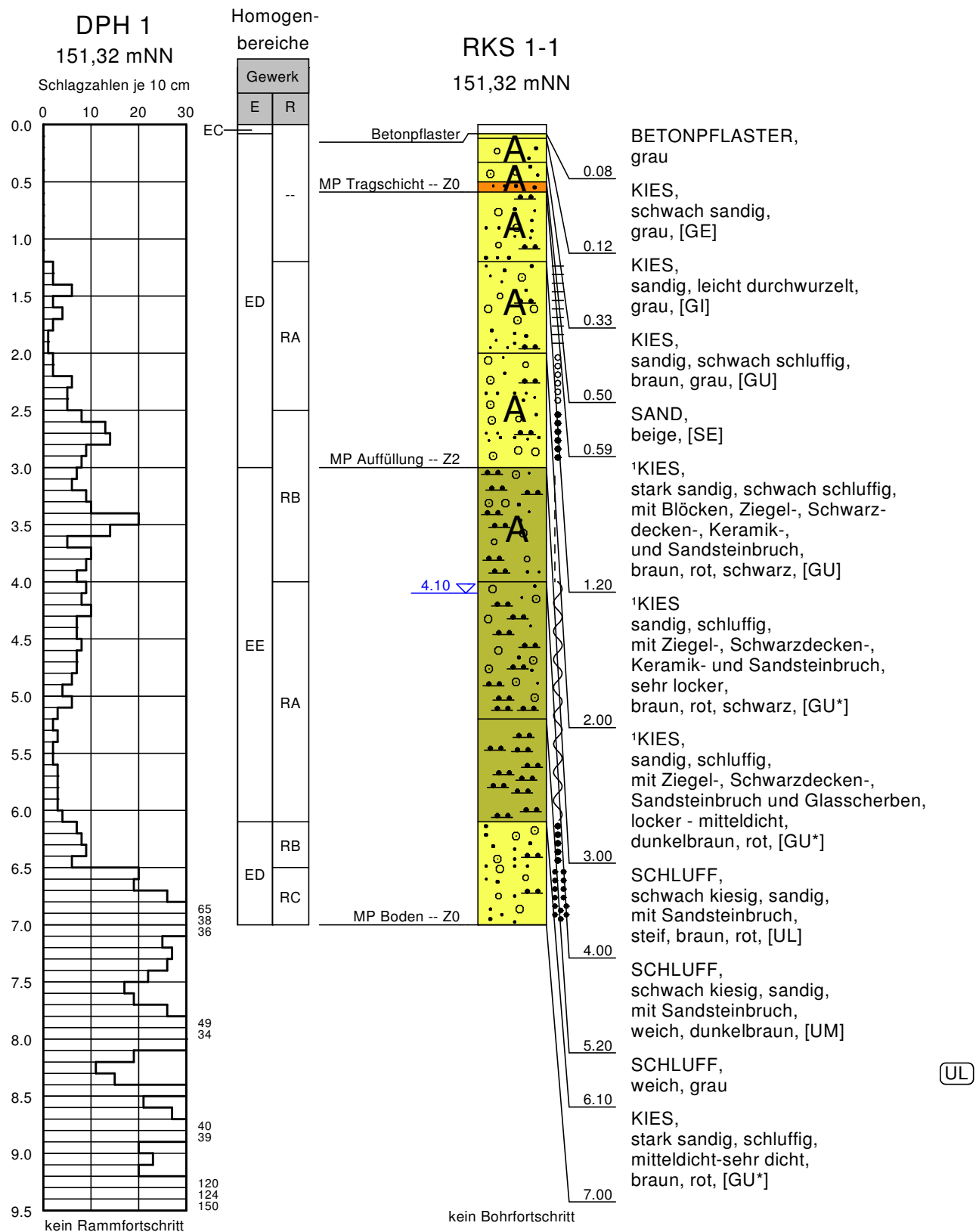


[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

¹ enthält Fremdbestandteile ≤ 10 Vol.-% (Ziegelbruch)

Rammdiagramme und Bohrprofile - M. 1:50

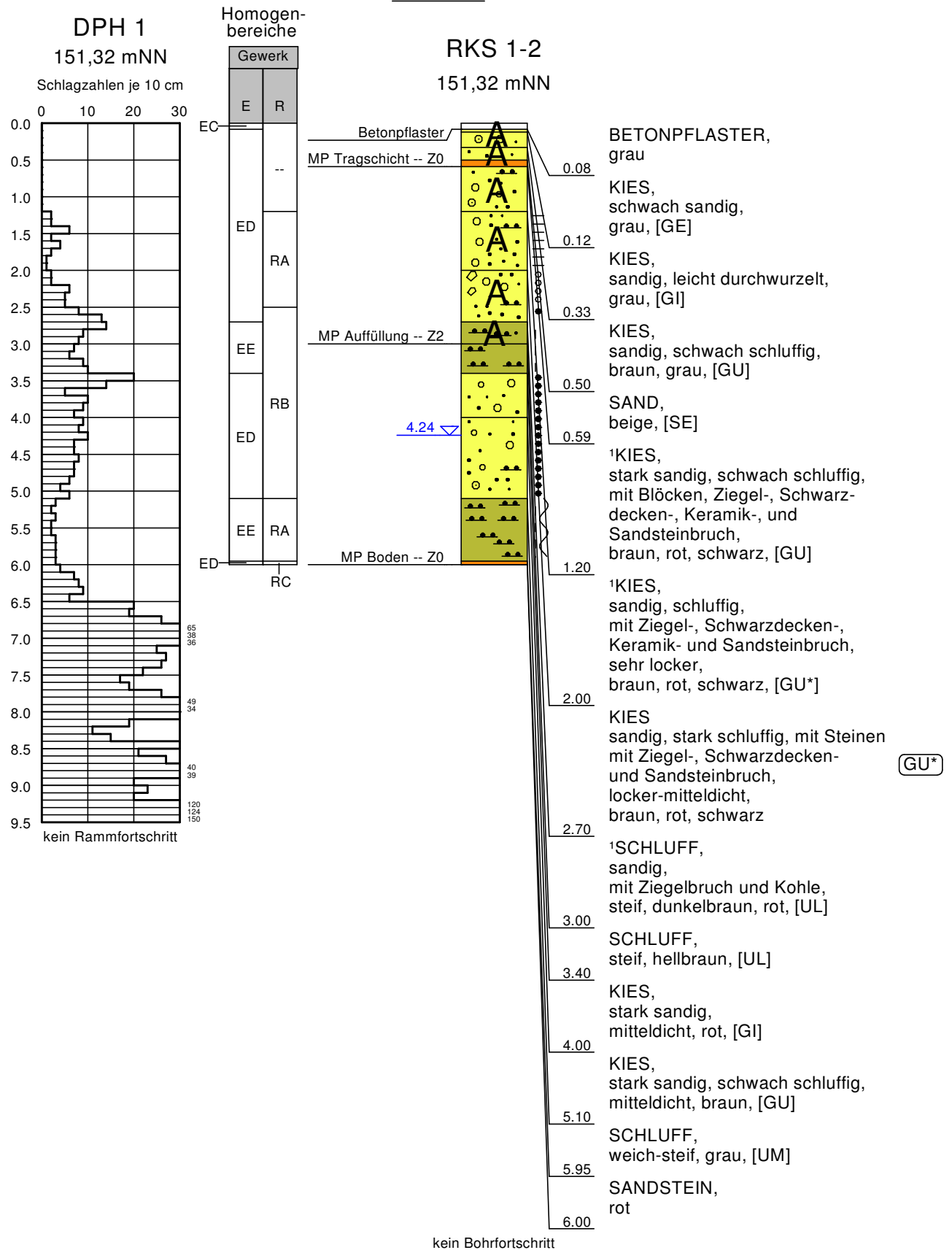


[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

¹ Boden mit Fremdbestandteilen

M. 1:75

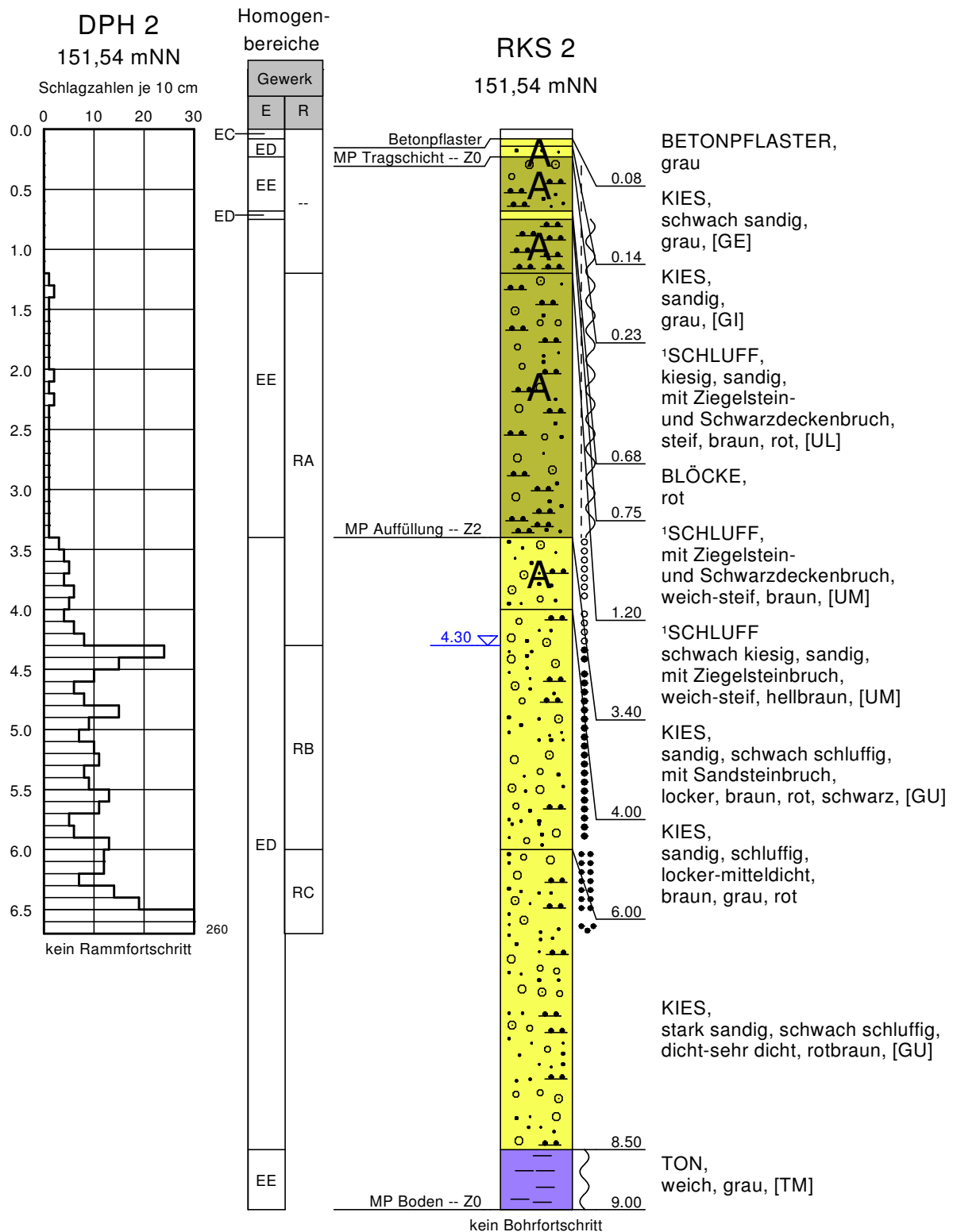


[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

1 Boden mit Fremdbestandteilen

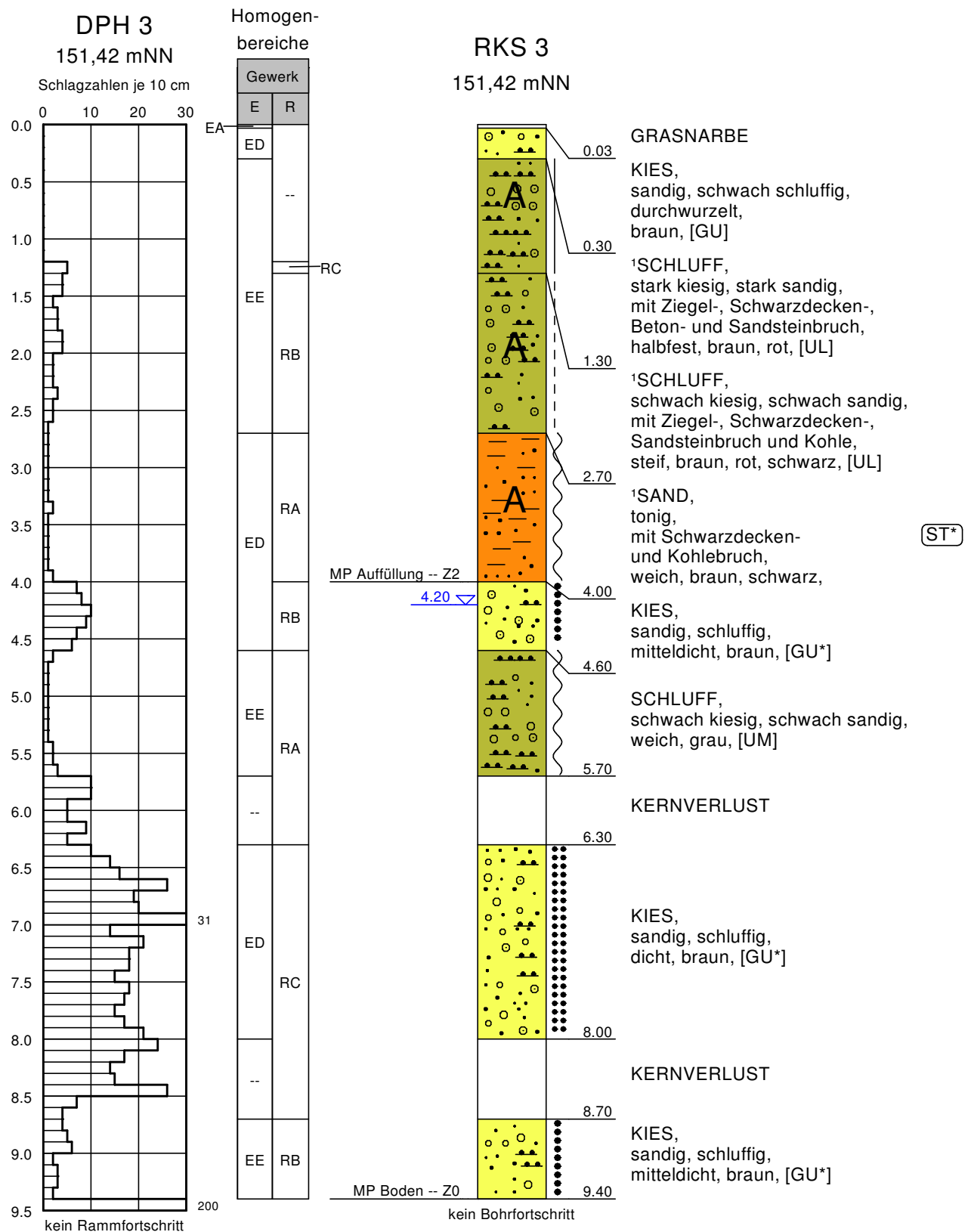
M. 1:50



[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

¹ Boden mit Fremdbestandteilen



[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

¹ Boden mit Fremdbestandteilen

Kernbohrung - M. 1:25Homogen-
bereiche

Gewerk E
EB

KB

151,42 mNN

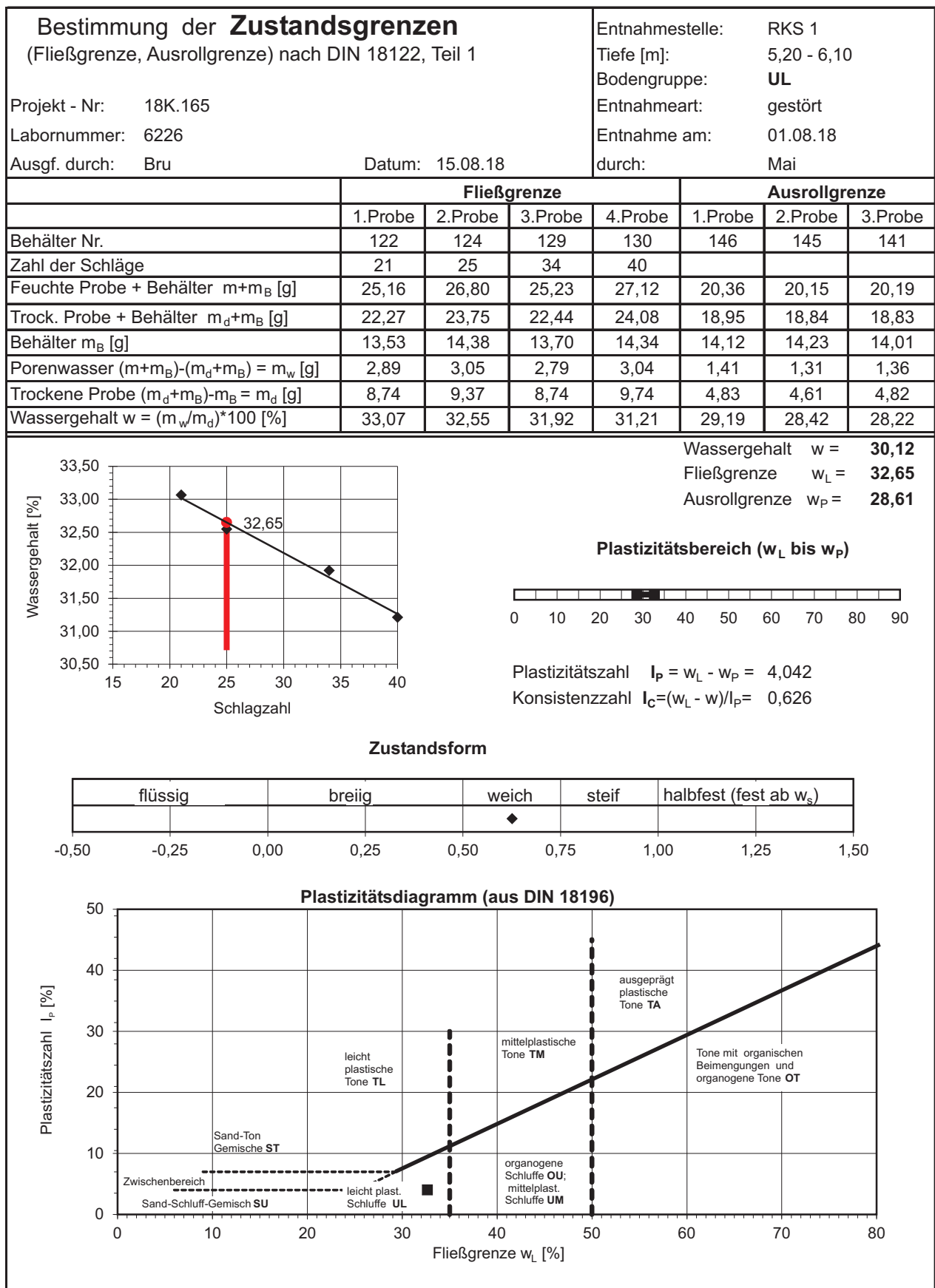
Verw.-klasse A

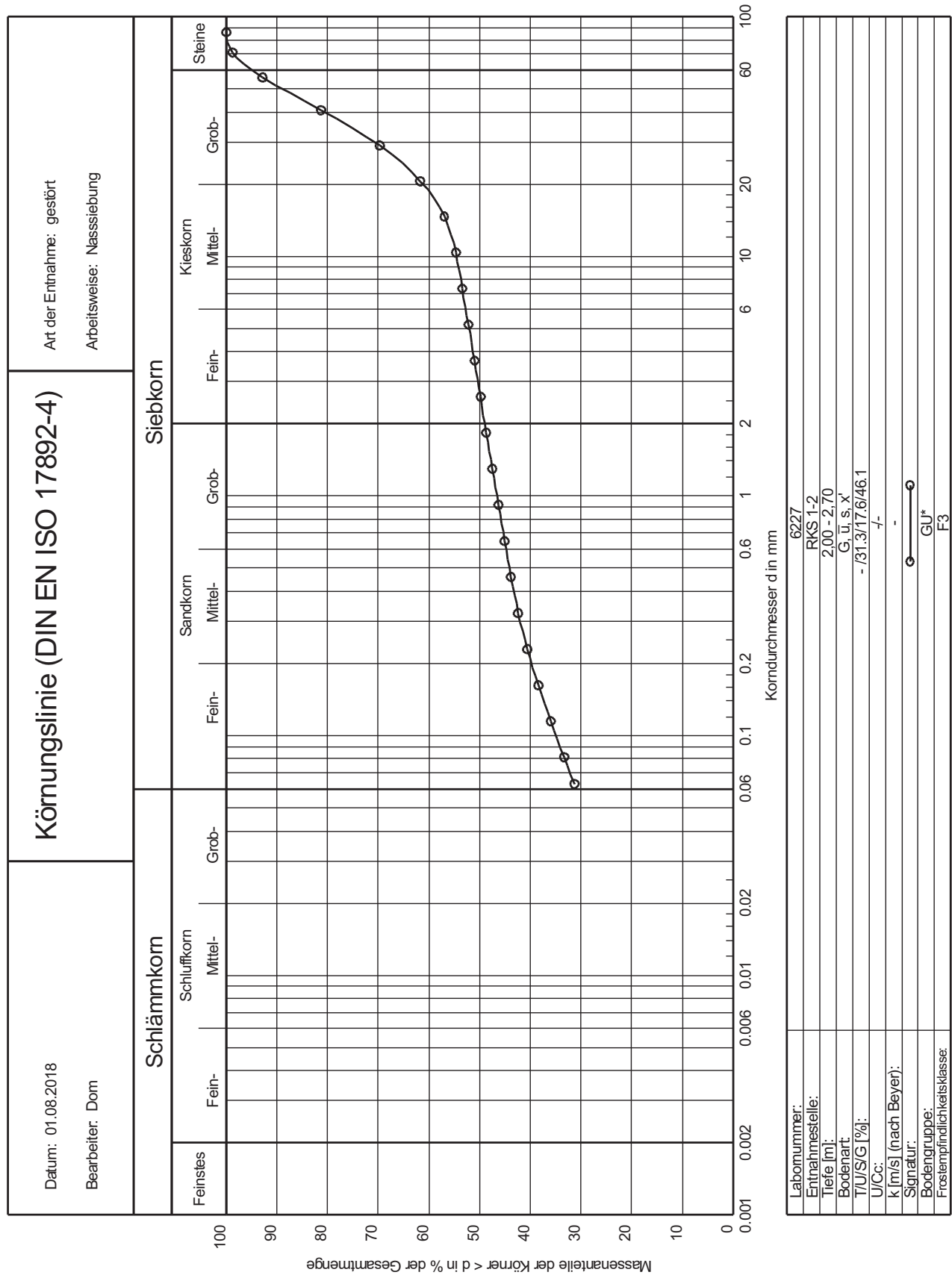


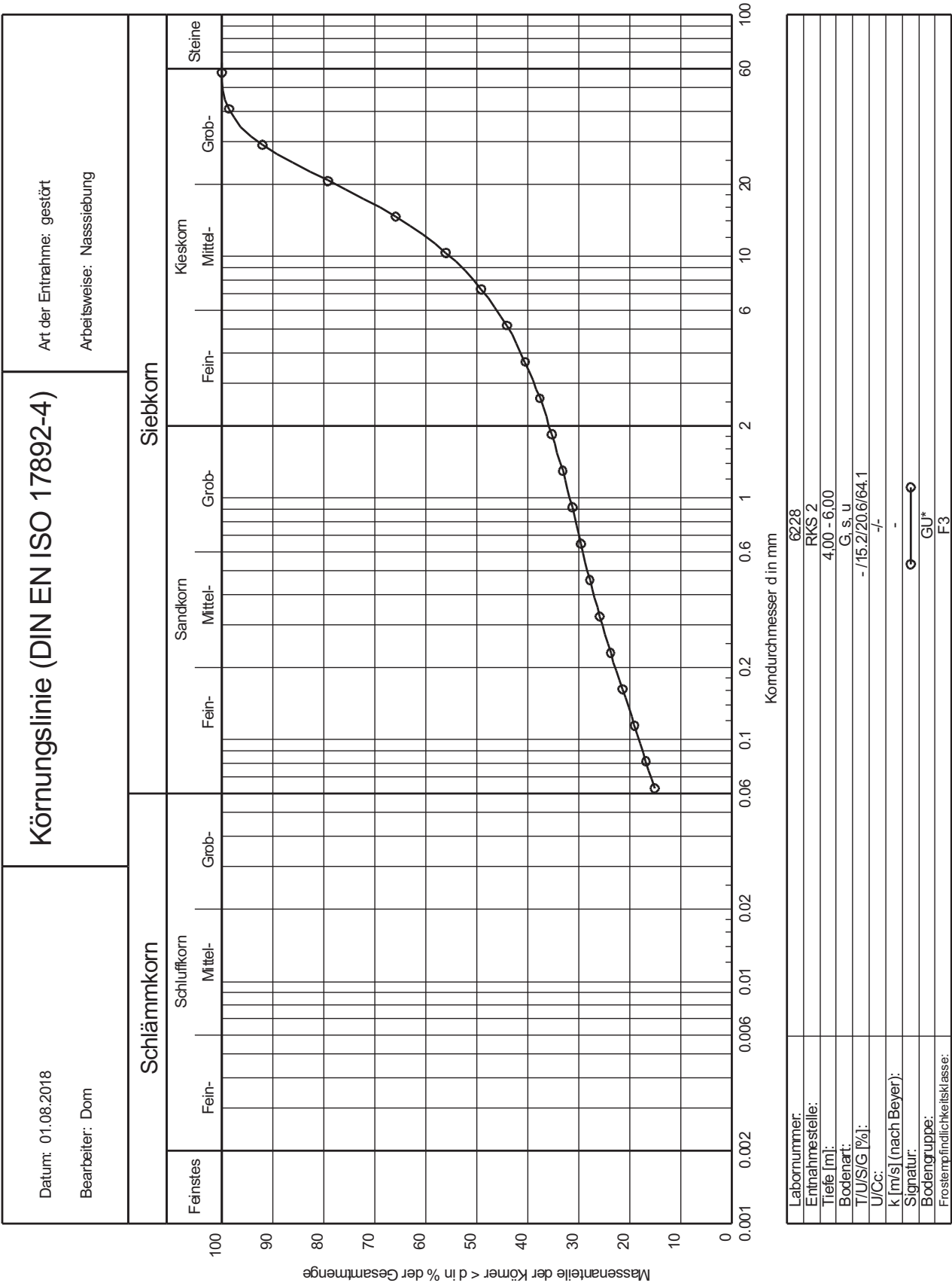
0.17

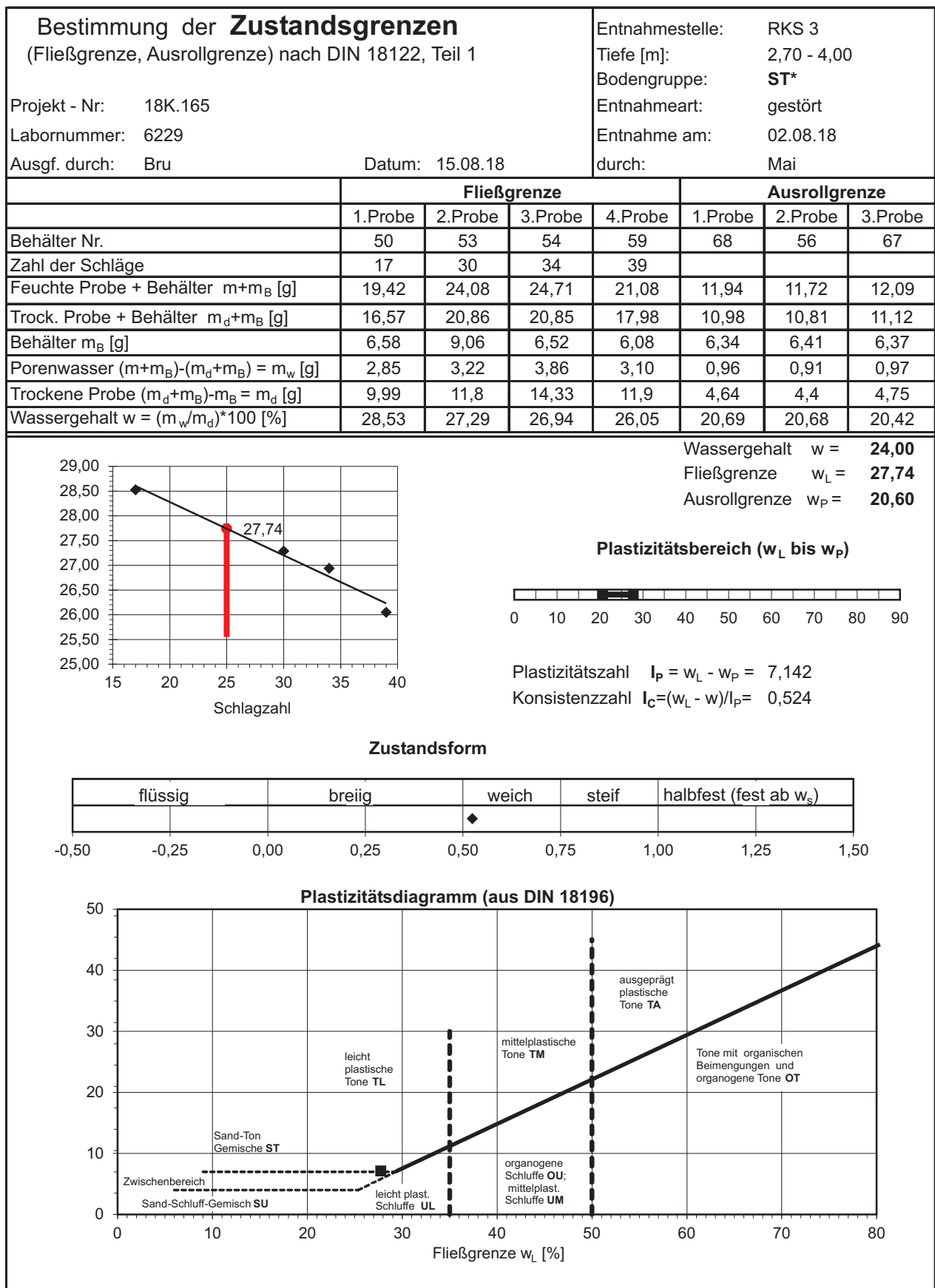
SCHWARZDECKE

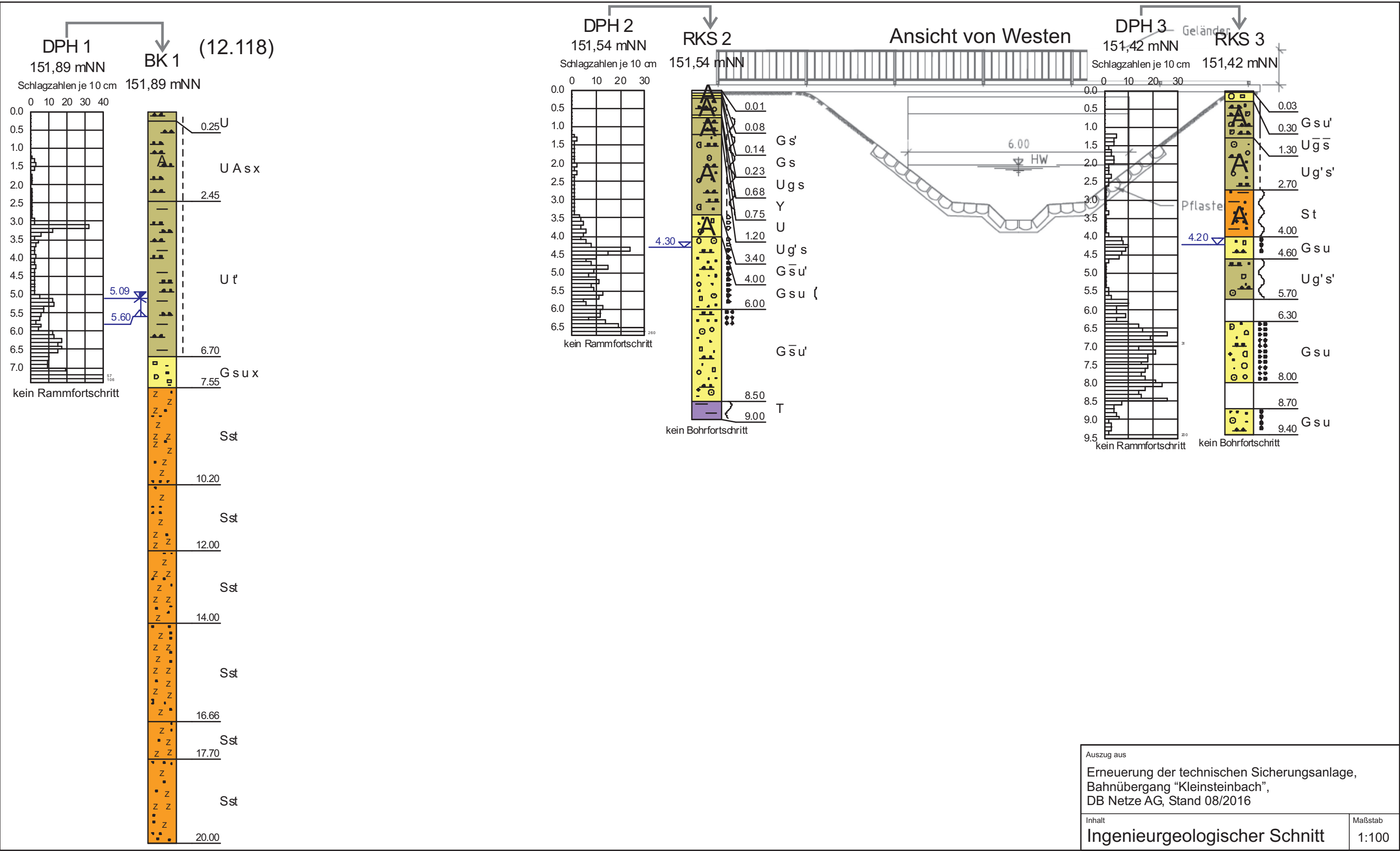
Ergebnisse der Laborversuche

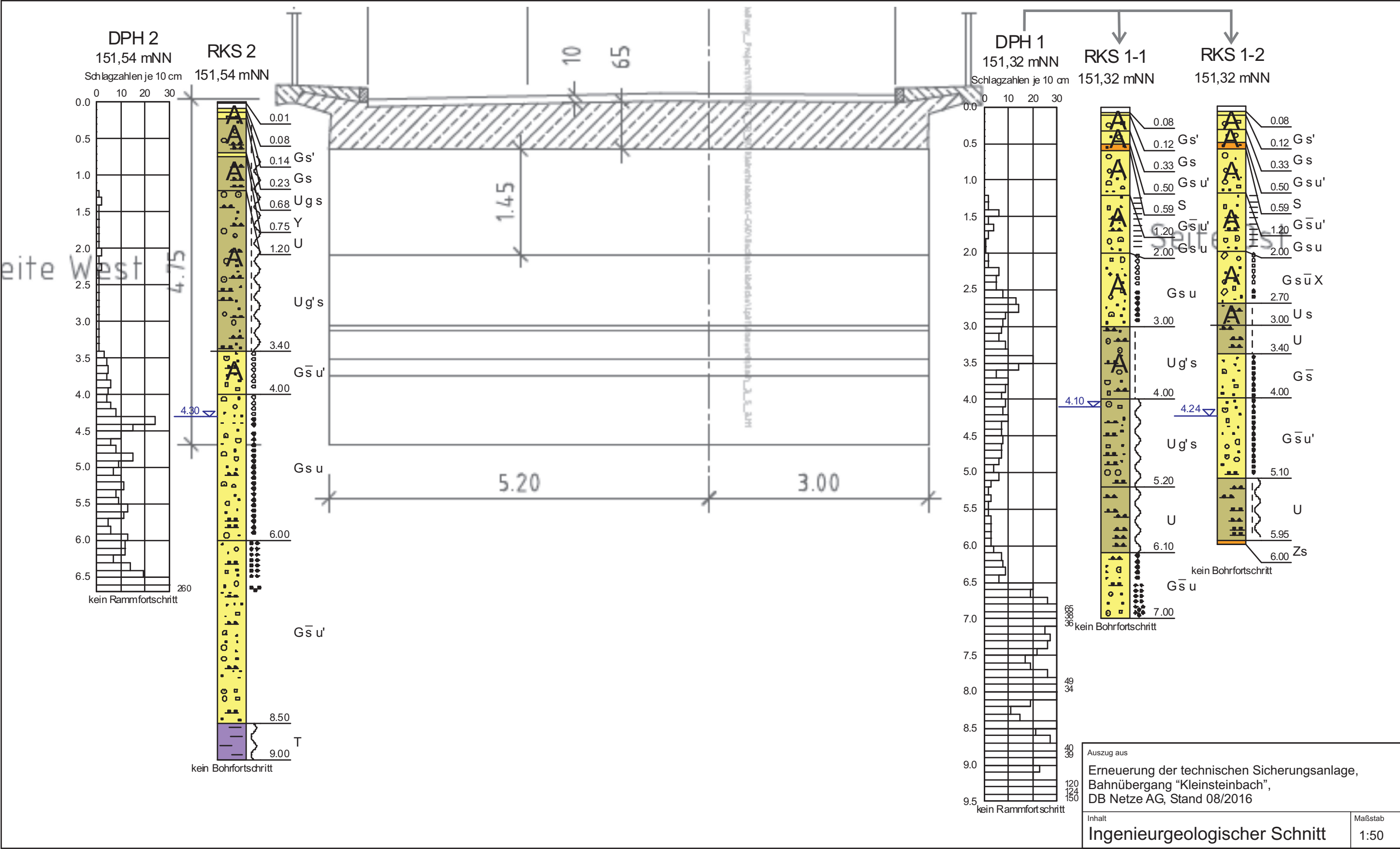












RKS 1-2

151,32 mNN

0.08

0.12

0.33

0.50

0.59

1.20

2.00

2.70

3.00

3.40

4.00

5.10

5.95

6.00

Zs

kein Bohrfortschritt

4.24

Auszug aus

Erneuerung der technischen Sicherungsanlage,
Bahnübergang "Kleinsteinbach",
DB Netze AG, Stand 08/2016

Inhalt

Maßstab

Ingenieurgeologischer Schnitt

1:50

Seite West

Auszug aus

Erneuerung der technischen Sicherungsanlage,
Bahnübergang "Kleinsteinbach",
DB Netze AG, Stand 08/2016

Inhalt

Maßstab

Ingenieurgeologischer Schnitt

1:50

Prüfberichte der chemischen Untersuchungen

Prüfbericht	Probenbezeichnung	Untersuchungsumfang	Seitenanzahl
2791962	GW	Betonaggressivität nach DIN 4030 Stahlaggressivität nach DIN 50929	2
18B02977	MP Tragschicht	VwV Boden	5
	MP Auffüllung	VwV Boden	
	MP Boden	VwV Boden	
	MP SD 1	RuVA - StB 01	

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

AUGEON GMBH & CO KG
Essenwein 43
76131 KARLSRUHE

Datum 09.08.2018

Kundennr. 27015229

PRÜFBERICHT 2791962 - 339782

Auftrag 2791962 18k.165
Analysenr. 339782 Wasser
Probeneingang 03.08.2018
Probenahme 02.08.2018
Kunden-Probenbezeichnung GW

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		braun			DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Trübung (Labor)		fast klar			visuell
Geruch (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971

Physikalische Parameter

pH-Wert (Labor)		7,2	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	914	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	1020	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Kationen

Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,06	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	1900 ^{va)}	10		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	74	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	53	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO ₃)	mg/l	1,9	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	29	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,05	0,05		DIN 38405-27 : 1992-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	8,77	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	8,65	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03

Summarische Parameter

Oxidierbarkeit (KMnO ₄ -Verbrauch)	mg/l	24	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO ₄ -Index (als O ₂)	mg/l	6,1	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Berechnete Werte

Carbonathärte	°dH	24,6	0,3		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Carbonathärte	mg/l CaO	246			Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Nichtcarbonathärte	°dH	260	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	2580	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Gesamthärte	°dH	282	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Gesamthärte	mg/l CaO	2820			Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	1		DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	50,4	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *		nicht angreifend			DIN 4030-1 : 2008-06

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 09.08.2018
Kundennr. 27015229

PRÜFBERICHT 2791962 - 339782

va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Beginn der Prüfungen: 03.08.2018

Ende der Prüfungen: 09.08.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

B. Strüning

AGROLAB Labor GmbH, Birte Strüning, Tel. 08765/93996-82
Birte.Struening@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.



DB Engineering & Consulting GmbH

Umweltservice

Umweltlabor (I.TV-O-S(L))

Brandenburg-Kirchmöser



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-20573-01-00
D-IS-20573-01-00

Prüfbericht Nr. 18B02977

Vorgangsbezeichnung: Verbreiterung Bocksbachbrücke, Kleinsteinbach (augeon 18K.165)

Vorgangsnr. I.TV-O-S: 1801839

Auftraggeber: DB Netz AG
RB Südwest
I.NP-SW-M-K(3)
Wilhelmstraße 1a-c
79098 Freiburg im Breisgau

Probenehmer: augeon GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Probenahme außerhalb des o. g. Akkreditierungsbereiches

Prüfungszeitraum: 20.08.2018 - 03.009.2018

Anzahl der Seiten: 5

Berichtersteller: Anke Fritzsching

Brandenburg-Kirchmöser, 03.09.2018


Birgit Henkel

Leiterin Umweltlabor (I.TV-O-S(L))

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht genannten Gegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch den Umweltservice oder in dessen Auftrag erfolgte, wird für die Richtigkeit der Probenahme keine Verantwortung übernommen. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Prüfgegenstände wie erhalten.

Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung durch den Umweltservice nicht auszugsweise veröffentlicht werden.

Bahntechnikerring 70
14774 Brandenburg-Kirchmöser
Telefon: +49 3381 812-305
Fax: +49 3381 812-408

DB Engineering & Consulting GmbH
Sitz der Gesellschaft: Berlin
Amtsgericht:
Berlin-Charlottenburg
HRB: 56 655

USt.-Id.Nr.: DE 114 139 523

EUREF-Campus 14
Torgauer Straße 12-15
10829 Berlin

Aufsichtsrat:
Frank Miram
(Vorsitzender)

Geschäftsführung:
Niko Warbanoff
(Vorsitzender)
Andreas Wegerif
Dr. Ulla Kopp
Michael Fritz

Deutsche Bank AG Berlin
IBAN: DE78 1007 0000 0046 0006 00
BIC: DEUTDE33XXX

Postbank Berlin
IBAN: DE51 1001 0010 0152 4101 08
BIC: PBNKDEFF

Auftragsnummer			1801839001	1801839001	1801839001	1801839001
Probennummer			18P15986	18P15987	18P15988	18P15989
Probenbezeichnung			MP Trag- schicht	MP Auffüllung	MP Boden	MP SD 1
Probenart			Boden	Boden	Boden	Asphalt
Entnahmetiefe [m]			in-situ	in-situ	in-situ	in-situ
Probenahmedatum			02.08.2018	02.08.2018	02.08.2018	02.08.2018
Probeneingang			20.08.2018	20.08.2018	20.08.2018	20.08.2018
Bemerkung zur Probe			Probenahme für Analyse auf Leichtflüchter nicht normkonform			
Parameter	Dim.	BG				
Farbe			hellbraun	braun	braun	schwarz
Feuchtigkeit			feucht	feucht	feucht	feucht
Beschaffenheit			feinkörnig	feinkörnig	lehmig	grobkörnig
Sonstige Auffälligkeiten						Asphalt
Geruch			ohne	erdig	Eigengeruch	Kraftstoff
Bodenart			Sand	Sand	Lehm/Schluff	
Trockenrückstand	%		95,3	88,9	82,2	99,9
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	-----
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	-----
EOX	mg/kg TS	1,0	<1	<1	<1	-----
BTEX, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	-----
Benzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Toluol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	-----
LHKW, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	-----
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	-----
PCB 28	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 52	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 101	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 138	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 153	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 180	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		k.S.	7,67	k.S.	0,81
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,41	<0,10	0,54
Anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	1,17	<0,10	<0,10
Pyren	mg/kg TS	0,10	<0,10	1,14	<0,10	<0,10
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,74	<0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,67	<0,10	0,27
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,81	<0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,44	<0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,94	<0,10	<0,10
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,61	<0,10	<0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,64	<0,10	<0,10
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-----
Arsen	mg/kg TS	3,0	5,1	10,8	14,0	-----
Blei	mg/kg TS	3,0	10,7	27,5	22,6	-----
Cadmium	mg/kg TS	0,30	<0,30	<0,30	<0,30	-----
Chrom	mg/kg TS	3,00	13,1	30,8	29,2	-----
Kupfer	mg/kg TS	3,00	8,64	17,5	14,6	-----
Nickel	mg/kg TS	3,00	14,6	28,2	22,3	-----
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,39	<0,10	-----
Thallium	mg/kg TS	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	-----
Zink	mg/kg TS	3,00	21,3	41,9	27,4	-----

Auftragsnummer			1801839001	1801839001	1801839001	1801839001
Probennummer			18P15986	18P15987	18P15988	18P15989
Probenbezeichnung			MP Trag- schicht	MP Auffüllung	MP Boden	MP SD 1
Probenart			Boden	Boden	Boden	Asphalt
Entnahmetiefe [m]			in-situ	in-situ	in-situ	in-situ
Probenahmedatum			02.08.2018	02.08.2018	02.08.2018	02.08.2018
Probeneingang			20.08.2018	20.08.2018	20.08.2018	20.08.2018
Bemerkung zur Probe			Probenahme für Analyse auf Leichtflüchter nicht normkonform			
Parameter	Dim.	BG				
pH-Wert			8,4	7,9	7,7	8,8
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		81	134	144	55
Phenolindex	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlorid	mg/l	1,50	3,06	8,36	6,50	-----
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----
Sulfat	mg/l	1,50	3,31	5,37	8,51	-----
Arsen	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Blei	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-----
Cadmium	mg/l	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	-----
Chrom	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Kupfer	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	-----
Nickel	mg/l	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-----
Quecksilber	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-----
Zink	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----

Auftragsnummer				
Probennummer				
Probenbezeichnung				
Probenart				
Entnahmetiefe [m]				
Probenahmedatum				
Probeneingang				
Bemerkung zur Probe				
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren	
Farbe			DIN 19747	2009-07
Feuchtigkeit			Königswasseraufschluss: Hausverfahren Digiprep in Anlehnung an DIN ISO 11466 (1997-06 Z) / DIN EN 13346 (2001-04) / DIN EN 13657 (2003-01) Eluat: DIN 38 414 - S 4 (1984-10 Z) / DIN EN 12457-4 (2003-01)	
Beschaffenheit				
Sonstige Auffälligkeiten				
Geruch				
Bodenart				
Trockenrückstand	%		DIN EN 14346/ DIN EN 15934	2007-03 2012-11
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703	2011-09
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703	2011-09
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-S 17	2017-01
BTEX, Summe	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155	2016-07
Benzol	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
Toluol	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	DIN EN ISO 22155	2016-07
LHKW, Summe	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155	2016-07
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		DIN EN 15308	2016-12
PCB 28	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 52	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 101	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 138	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 153	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 180	µg/kg TS	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		DIN ISO 13877	2000-01 Z
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Fluoren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Chrysen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877	2000-01 Z
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11262	2012-04
Arsen	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885	2009-09
Blei	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885	2009-09
Cadmium	mg/kg TS	0,30	DIN EN ISO 11885	2009-09
Chrom	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885	2009-09
Kupfer	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885	2009-09
Nickel	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885	2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	DIN EN 1483	2007-07 Z
Thallium	mg/kg TS	0,40	DIN ISO 20279	2006-01
Zink	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885	2009-09

Auftragsnummer			
Probennummer			
Probenbezeichnung			
Probenart			
Entnahmetiefe [m]			
Probenahmedatum			
Probeneingang			
Bemerkung zur Probe			
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C 5) 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		DIN EN 27888 1993-11
Phenolindex	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402-3 1999-12
Chlorid	mg/l	1,50	DIN EN ISO 10304-1 2009-07
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-1 2012-10
Sulfat	mg/l	1,50	DIN EN ISO 10304-1 2009-07
Arsen	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885 2009-09
Blei	mg/l	0,02	DIN EN ISO 11885 2009-09
Cadmium	mg/l	0,0015	DIN EN ISO 11885 2009-09
Chrom	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885 2009-09
Kupfer	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885 2009-09
Nickel	mg/l	0,015	DIN EN ISO 11885 2009-09
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846* 2012-08
Zink	mg/l	0,005	DIN EN ISO 11885 2009-09

* Aufschluss mit Kaliumpermanganat/ Hydroxylammoniumchlorid

Probenahmeprotokoll

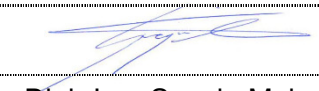
1. Auftraggeber / Abfallverursacher: DB Netz AG Regionalbereich Südwest
Schwarzwaldstraße 86
76137 Karlsruhe
2. Entnehmende Firma: augeon GmbH & Co. KG
Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik
Essenweinstr. 43, 76131 Karlsruhe
3. Grund der Probenahme: Erneuerung Brücke über den Bocksbach
Deklarationsanalyse und Abfalleinstufung
4. Probenahmestelle / Lage: Gemeinde Pfinztal, OT Kleinsteinbach
siehe Übersichtsplan Anlage 1 und Lageplan Anlage 2
5. Probenahmetag / Uhrzeit: 01.08.2018 - 02.08.2018 / 07:30 - 16:30
6. Untersuchungsstelle: DB Engineering & Consulting GmbH, Umweltservice,
Bahntechnikerring 70, 14774 Brandenburg Kirchmöser
7. Probenkonservierung: lichtgeschützt, kühl, luftdicht
8. Entnahmedaten:

Probenbezeichnung	MP Tragschicht	MP Auffüllung	MP Boden	MP SD 1
Untersuchungsumfang	VwV Boden	VwV Boden	VwV Boden	RuVA-StB 01
Art der Probe	Laborprobe	Laborprobe	Laborprobe	Laborprobe
Entnahmestelle(n)	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2, RKS 3	RKS 1-1, RKS 1-2, RKS 2, RKS 3	KB
Entnahmetiefe Ø	0,08 - 0,59 m	0,03 - 4,00 m	3,00 - 9,40 m	0,00 - 0,17
Probenahmegerät(e) *	C, D	A, C, D	A, D	D, E, F
Allgemeine Beschreibung	Kiese mit variierenden Sand- und Schluffanteilen, Sande mit variierenden Sand- und Schluffanteilen, tw. leicht durchwurzelt	Blöcke, Kiese und Sande mit variierenden Sand-, Schluff und Tonanteilen, Schluffe mit var. Kies- und Sandanteilen, tw. durchwurzelt, tw. mit Steinen und Fremdbestandteilen	Sandstein, Kiese mit variierenden Sand- und Schluffanteilen, Schluffe mit variierenden Kies-, und Sandanteilen, tw. mit Sandsteinbruch, Tone	Schwarzdecke
Farbe	Grau-, Braun-, Beigetöne	Braun-, Rot-, Schwarztöne	Braun-, Rot-, Grau- und Schwarztöne	schwarz
Geruch	erdig	muffig	erdig	bituminös

9. Bemerkungen:

Ort, Datum: Kleinsteinbach,
01.-02.08.2018

Probenehmer:


Dipl.-Ing. Svenja Maier

* Probenahmegeräte / Materialien:

A - Rammkernsonde / Stahl
C - Spaten + Lochspaten / Stahl
E - Bohrkronen

B - Bohrstock / Edelstahl
D - Handschaufel / Edelstahl
F - Hammer + Meißel / Stahl

Entnehmende Stelle: augeon GmbH & Co. KG Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik Essenweinstr. 43 76131 Karlsruhe	Zweck der Probennahme: Chemische Untersuchung der Betonaggressivität nach DIN 4030, Chemische Untersuchung der Stahlaggressivität nach DIN 50929
1. Probenahmestelle:	RKS 3, Brücke über den Bocksbach, Kleinsteinbach
2. Lage:	siehe Lagepläne in Anlage 1 und 2
3. Zeitpunkt der Probennahme, Datum/Uhrzeit:	02.08.2018 / 11:00
4. Art der Probe:	Grundwasser
5. Entnahmegesetz:	Schöpfer

Entnahmedaten

6.a	Entnahmetiefe / Grundwasserhorizont:	ca. 4,40 m u. GOK
6.b	Ruhewasserspiegel vor PN:	ca. 4,20 m u. GOK
6.c	Abgesenkter Wasserspiegel bei PN:	- m u. GOK
6.d	Förderstrom:	- m³/h
6.e	Pumpdauer bis PN:	- Std.

Ergänzende Feststellungen vor Ort

7.a	Farbe:	braun
7.b	Trübung:	schwach
7.c	Geruch (unveränderte Probe):	geruchlos
7.d	Temperatur:	-- °C
7.e	ph-Wert:	--
7.f	Leitfähigkeit:	-- µS/cm
7.g	Sauerstoffgehalt:	-- mg/l
7.h	Redoxpotential:	-- mV

8.	Probenbezeichnung / Analysennummer:	GW / 339782 Wasser
9.	Probebehälter:	Probenflaschen aus Braun- und Grün- glas / PE, (Vorlagen: 5 g Marmorpulver bzw. 3 g Zinkacetat in je 0,25 l-Fla- schen)
10.	Probenmenge:	4 x 0,5 l + 2 x 0,25 l + 2 x 0,25 l
11.	Bemerkungen / Begleitinformation:	lichtgeschützt, kühl, luftdicht

Kleinsteinbach, 02.08.2018

Ort, Datum

Maier

Probennehmer, Unterschrift

Aufnahme von Kontrollschächten

Bezeichnung gemäß Kanalplan	Höhe des Kanaldeckels [mNN]	Rohr- anzahl	Tiefe Rohrsohle [m u. Deckel]]	Rohrdurch- messer [mm]	Zustand Rohrsohle	Zustand Rohr(e)	funktions- tüchtig ja / nein	Bemerkungen
30005367	148,41	3	1,50	300	sauber	frei	ja	
			1,50	300	sauber	frei	ja	
			1,40	300	sauber	frei	ja	
30005368	149,56	3	3,00	(*)	sauber	frei	ja	(*) Aufgrund der Tiefenlage der Rohre war ein Einmessen der Rohrdurchmesser nicht möglich.
			3,00	(*)	sauber	frei	ja	
			2,80	(*)	sauber	frei	ja	
30005379	149,55	2	(*)	(*)	sauber	frei	ja	(*) Der Kanaldeckel ließ sich aufklappen, konnte wegen hohen Gewichts aber nicht vom Schacht entfernt werden; ein Einmessen war daher nicht möglich.
			(*)	(*)	sauber	frei	ja	
30005484	148,70	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*) Der Kanaldeckel war vergittert und konnte daher nicht geöffnet werden.

Homogenbereiche

**Vorschlag für die Einteilung von Homogenbereichen für das Gewerk Erdarbeiten (E)
nach DIN 18300:2016-09, Teil 1 von 2**

Homogenbereich	EA	EB	EC	ED	EE	EF
Bodenschicht (-komplex)	Oberboden, Grasnarbe	Schwarz- decke	Beton- pflaster	Grob- und ge- mischtkörnige Bö- den, teilweise mit Steinen und Blö- cken	Feinkörnige Böden, teil- weise mit Steinen	Fels
Bodengruppe nach DIN 18196 / Benen- nung nach DIN EN ISO 14689-1	UL	--	--	Blöcke, GE, GI, GU, GU*, SE, ST*	UL, UM, TM	Sst
Boden- / Felsklassen nach DIN 18300:2012-09	1	6 - 7	5 - 6	3 - 7	4 - 5	6 - 7
Anteil Steine und Blöcke [%]	--	--	--	bis zu > 30	bis zu > 30	--
Korngrößenvertei- lung nach DIN EN ISO 17892-4	--	--	--	siehe Anlage 5	--	--
Dichte, erdfeucht [g/cm³]	--	--	--	1,8 - 2,3	1,7 - 2,1	2,2 - 2,5
undränirte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	--	--	--	0 - 30	10 - 100	--
Wassergehalt w [%]	--	--	--	0 - 30	10 - 35	< 10
Konsistenzzahl I_c [-]	--	--	--	0 - > 1	0,5 - >1	--
Plastizitätszahl I_p [-]	--	--	--	0 - 0,05	0,05 - 0,40	--
Lagerungsdichte	--	--	--	sehr locker - sehr dicht	--	--
organischer Anteil [%]	bis zu > 20	--	--	< 5	< 10	--

(Fortsetzung der Tabelle: siehe Anlage 10.2)

Vorschlag für die Einteilung von Homogenbereichen für das Gewerk Erdarbeiten (E)
nach DIN 18300:2016-09, Teil 2 von 2

Homogenbereich	EA	EB	EC	ED	EE	EF
Bodenschicht (-komplex)	Oberboden, Grasnarbe	Schwarz- decke	Beton- pflaster	Grob- und ge- mischtkörnige Böden, teilweise mit Steinen und Blöcken, Blöcke	Feinkörnige Böden, teil- weise mit Steinen	Fels
Verwitterungsstufe nach DIN EN ISO 14689:2018-05	--	--	--	--	--	1 - 5
einaxiale Druck- festigkeit [MN/m²]	--	--	--	--	--	1 - 200
Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689:2018-05	--	--	--	--	--	nicht ver- änderlich - veränder- lich
Trennflächenrich- tung nach DIN EN ISO 14689:2018-05	--	--	--	--	--	0° - 360° 0° - 90°
Trennflächen- abstand nach DIN EN ISO 14689:2018-05	--	--	--	--	--	< 0,02 m - > 0,50 m
Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689:2018-05, Tabelle C.1	--	--	--	--	--	a) - f)

**Vorschlag für die Einteilung von Homogenbereichen für das Gewerk Rammarbeiten (R)
nach DIN 18304:2016-09**

Homogenbereich	RA	RB	RC
Bodenschicht (-komplex)	Gemischt-, feinkörnige Böden, teilweise mit Steinen	Grob-, gemischt- und feinkörnige Böden, teilweise mit Steinen	Fels, Gemischt- und feinkörnige Böden, teilweise mit Steinen
Bodengruppe nach DIN 18196 / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	GU*, GU, ST* UL, UM, TM	GI, GU, GU*, UL	GU*, GU, UL
Boden- / Felsklassen nach DIN 18300:2012-09	3 / 4 / 5	3 / 4 / 5	4 / 5 / 6 / 7
Anteil Steine und Blöcke [%]	bis zu > 30	bis zu > 30	bis zu > 30
Korngrößenverteilung nach DIN 18123	siehe Anlage 5	siehe Anlage 5	--
Wassergehalt w [%]	0 - 35	0 - 30	0 - 30
Konsistenzzahl I_c [-]	0 - < 0,75	0,75 - >1	0,75 - >1
Plastizitätszahl I_p [-]	0 - 0,40	0 - 0,10	0 - 0,10
Lagerungsdichte	sehr locker - mitteldicht	mitteldicht	mitteldicht - sehr dicht