



GEOTECHNISCHER BERICHT

Titel: Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Auftraggeber: Landratsamt Ostalbkreis
Geschäftsbereich Straßenbau
Obere Straße 13
73479 Ellwangen

Datum: 30. September 2019

Az.: 16 603 be02 hö/pe/ca

Verteiler:	Landratsamt Ostalbkreis	3-fach + pdf
	G+H Ingenieurteam GmbH	pdf
	Ingenieurbüro für Tragwerksplanung Schmid	pdf

INHALT	Seite
1 VORGANG	6
2 LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION	7
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	8
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	9
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes	9
4.2 Grundwasserverhältnisse	19
4.3 Betonaggressivität des Grundwassers	20
4.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	21
4.5 Chemische Laboruntersuchungen	26
4.5.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK	26
4.5.2 Untersuchung auffälliger ungebundener Oberbau und Asphaltlagen auf PAK	27
4.5.3 Untersuchung organoleptisch auffällige Auffüllungen	27
4.5.4 Untersuchung Auffüllungen Bereich Bahnhofvorplatz (Bohrungen KB 1 und KB 2)	29
4.6 Lage in Erdbebenzone	31
4.7 Bodengruppen, Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte	31
4.8 Frostempfindlichkeit, Verdichtbarkeit	35
5 FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME	36
5.1 Bauwerk 01 (Brücke)	37
5.2 Straßendämme und Einschnittsbereiche	40
5.2.1 Geplante Anschlussdämme und Auffahrtsrampen zum Brückenbauwerk	40
5.2.2 Bewertung der Untergrundverhältnisse im Bereich der Straßendämme	40
5.2.3 Ergebnisse der Setzungsberechnungen für Straßendämme	41
5.2.4 Baugrundverbesserung im Untergrund der Straßendämme	41
5.2.5 Ergebnisse der Setzungsberechnungen für Straßendämme mit Baugrundverbesserung	42
5.2.6 Vorschlag für Flächendrän über der Dammaufstandsfläche	44
5.2.7 Einschnittsbereiche	45
5.2.8 Standsicherheit der Straßendämme auf weichem Untergrund	45



5.3	Bauwerk 02 (Schüttboxen) und Vorplatz	47
5.4	Umverlegung der Gasleitung	49
5.5	Straßenbau	51
5.6	Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial	53
5.7	Bodenverbesserung mit Bindemitteln	54
5.8	Böschungsneigung für Baugruben und Baugrubensicherung	56
5.9	Wasserhaltung	58
6	SCHLUSSBEMERKUNGEN	59

ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan
- Anlage 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundungen

- Anlage 2.1 - 2.5 Schichtenprofile der Kernbohrungen KB 1 bis KB 5
- Anlage 2.5 - 2.24 Schichtenprofile der Bohrsondierungen 2017 und Rammsondierungen
- Anlage 2.25 - 2.31 Zusammenstellung der Ergebnisse der Drucksondierungen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

- Anlage 3.1 - 3.7 Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- Anlage 3.8 - 3.19 Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- Anlage 3.20 - 3.30 Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Anlage 3.31 Glühverlust nach DIN 18128
- Anlage 3.32 - 3.44 Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7
- Anlage 3.45 Punktlastversuch

Anlage 4

Schnittdarstellungen

- Anlage 4.1 Längsschnitt Achse 20, M 1:1.000/100
- Anlage 4.2 Längsschnitt Achse 30, M 1:1.000/100
- Anlage 4.3 Längsschnitt A-A, BW 01, M 1:200
- Anlage 4.4 Ansicht Schüttboxen, M 1:200

Anlage 5

Analytik

- Anlage 5.1 Prüfbericht Nr. 442/2878 (Betonaggressivität Grundwasser)
- Anlage 5.2 Prüfbericht Nr. 442/2880 (Betonaggressivität Grundwasser)
- Anlage 5.3 Prüfbericht Nr. 1704010 (Asphalt)
- Anlage 5.4 Prüfbericht Nr. 1704011-1 (ungebundener Oberbau/Asphaltilagen)
- Anlage 5.5 Prüfbericht Nr. 1704011-2 (Auffüllungen VwV-Boden)
- Anlage 5.6 Prüfbericht Nr. 1908206-1 (Auffüllungen VwV-Boden)
- Anlage 5.7 Prüfbericht Nr. 1908206-1-1 (Auffüllungen DepV)
- Anlage 5.8 Prüfbericht Nr. 1908206-2 (Auffüllungen VwV-Boden)
- Anlage 5.9 Prüfbericht Nr. 1908206-2-1 (Auffüllungen DepV)



Anlage 6

Erdstatische Berechnungen

Anlage 6.1	Bauwerk 01 Vorbemessung Gründungspfahl (Bohrpfahl d = 62 cm)
Anlage 6.2	Bauwerk 01 Vorbemessung Gründungspfahl (Bohrpfahl d = 62 cm)
Anlage 6.3	Setzung Straßendamm Achse 30 – ohne Baugrundverbesserung
Anlage 6.4	Setzung Straßendamm Achse 20 – ohne Baugrundverbesserung
Anlage 6.5	Setzung Straßendamm Achse 30 – mit Baugrundverbesserung
Anlage 6.6	Setzung Straßendamm Achse 20 – mit Baugrundverbesserung
Anlage 6.7	Böschungs- und Geländebruch Straßendamm, Schüttung: verbessertes bindiges Material
Anlage 6.8	Böschungs- und Geländebruch Straßendamm, Schüttung: verbessertes gemischtkörniges Material
Anlage 6.9	Böschungs- und Geländebruch Straßendamm, Schüttung: verbessertes gering-bindiges Material
Anlage 6.10	Vorbemessung temporäre Spundwand

1 VORGANG

Es ist die Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain bei dem Bahnhof Goldshöfe geplant. Bei der Baumaßnahme sind die Errichtung eines Brückenbauwerks (Bauwerk 01) mit Zu- und Abfahrtsdämmen sowie diverse Straßenbaumaßnahmen vorgesehen. Zudem sollen im westlichen Damm Schüttboxen (Bauwerk 02) für das dort befindliche Asphaltwerk integriert werden. Die Lage der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan in der Anlage 1.1 entnommen werden.

Für das Bauvorhaben wurde durch unser Büro im Jahr 2017 ein geotechnischer Bericht (Az.: 16603 be01 hö/pe vom 30.04.2017) erstellt. Im Zuge der weiteren Planungen wurde die Geotechnik Aalen vom Landratsamt Ostalbkreis mit der Erstellung eines an den Planungsstand angepassten geotechnischen Gutachtens beauftragt. Grundlage für die Auftragserteilung war unser Kostenangebot vom 05.07.2019.

Im folgenden Bericht be02 werden alle weiterhin relevanten Aussagen aus dem o.g. Bericht be01 übernommen, womit der Bericht be01 ungültig und durch den vorliegenden Bericht be02 vollständig ersetzt wird.

Zur Bearbeitung standen uns neben unseren Archivunterlagen folgende Unterlagen zur Verfügung:

2017

- /1/ Lageplan Voruntersuchung, M 1:1.000, G+H Ingenieurteam vom 20.11.2015
- /2/ Lageplan Vorentwurf, M 1:1.000, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /3/ Höhenplan 2 – Achse 20 Vorentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ingenieurteam vom 10.02.2017
- /4/ Höhenplan 3 – Achse 30 Vorentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ingenieurteam vom 10.02.2017
- /5/ Bauwerksskizze – Bauwerk 01 Vorentwurf, M 1:200/100, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /6/ Regelquerschnitt 1 Vorentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /7/ Regelquerschnitt 2 Vorentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /8/ Regelquerschnitt 3 Vorentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /9/ Regelquerschnitt 4 Vorentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 31.03.2017
- /10/ Baugrundgutachten „ESTW Goldshöfe“, Dr. Spang vom 17.08.2016

2019

- /11/ Lageplan DOP und Planung, M 1:1.000, G+H Ingenieurteam vom 01.08.2017
- /12/ Lageplan Feststellungsentwurf, M 1:1.000, G+H Ingenieurteam vom 01.08.2017
- /13/ Höhenplan 1 – Achse 10 Feststellungsentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ing. vom 29.09.2017

- /14/ Höhenplan 2 – Achse 20 Feststellungsentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ing. vom 29.09.2017
- /15/ Höhenplan 3 – Achse 30 Feststellungsentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ing. vom 29.09.2017
- /16/ Höhenplan 4 – Achse 40 Feststellungsentwurf, M 1:1.000/100, G+H Ing. vom 29.09.2017
- /17/ Regelquerschnitt 1 Feststellungsentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 29.09.2017
- /18/ Regelquerschnitt 2 Feststellungsentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 29.09.2017
- /19/ Regelquerschnitt 3 Feststellungsentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 29.09.2017
- /20/ Regelquerschnitt 4 Feststellungsentwurf, M 1:50, G+H Ingenieurteam vom 29.09.2017
- /21/ Bauwerk 01, Entwurfsplan 8-1, M 1:125, G+H Ingenieurteam vom 02.02.2018
- /22/ Bauwerk 01, Entwurfsplan 8-2, M 1:125, 1:50, 1:25, G+H Ingenieurteam vom 02.02.2018
- /23/ Bauwerksskizze – Bauwerk 01 Feststellungsentwurf, M 1:1.000, 1:200, 1:100,
G+H Ingenieurteam vom 02.02.2018
- /24/ Bauwerk 01, Bauphase 1 – Baugrubensicherung, M 1:1.000, 1:200,
Ingenieurbüro H.-P Schmid vom 15.08.2017
- /25/ Bauwerk 01, Bauphase 2 – Einbau 1. Pfahlreihen, M 1:1.000, 1:200,
Ingenieurbüro H.-P Schmid vom 15.08.2017
- /26/ Bauwerksskizze – Bauwerk 02 Feststellungsentwurf, M 1:250, 1:100, G+H Ing. vom 29.09.2017
- /27/ Luftbilddauswertung Kampfmittel, LRA Ostalbkreis vom 02.03.2016

Des Weiteren wurden durch unser Büro diverse Leitungspläne bei den zuständigen Ver- und Entsorgern erhoben.

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und mit unseren Untersuchungsergebnissen wurde das vorliegende Gutachten erstellt.

2 LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Die Baumaßnahme liegt um den Bahnhof Goldshöfe und umfasst das Bahnhofsgelände, Teile der Kreisstraßen K 3335 und K 3320, Teile der Flurstücke 632 (derzeit landwirtschaftliche Fläche) und 633 (derzeit Kleingartenanlage) der Gemarkung Hofen sowie Waldgrundstücke und Teile des Geländes des Asphaltwerkes westlich des Bahnhofs.

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000, Blatt 7126 Aalen wird der tiefere Untergrund der Baumaßnahme zunächst durch die Schichten des Braunen Jura mit dunkelgrauen, mürben bis mäßig harten Tonsteinen (Opalinuston, al1) gebildet. Die Tonsteine des Opalinuston sind an ihrer Oberfläche unterschiedlich stark aufgewittert und zu Ton plastifiziert. Zur

Tiefe folgen Schichten des Schwarzen Jura mit den Schichtenfolgen der Jurensismergel, bestehend aus grauen Kalk- sowie Mergelsteinen und dem Posidonienschiefer, aufgebaut aus feingeschichtetem dunkelgrauen bituminösen Tonmergelstein (tc), die wiederum von den dunkelgrauen Tonsteinen des Amaltheenton (pb2) unterlagert werden.

Die Braunjuraschichten und ihre Verwitterungsprodukte werden im Untersuchungsgebiet bereichsweise von den quartären Schichten der Goldshöfer Sande (Go), die sich aus Sanden mit Kieslagen zusammensetzten, überlagert. Die Goldshöfer Sande können auch bindig geprägt sein.

In den Niederungen schneiden in die Goldshöfer Sande bzw. die Braunjura Schichten unterschiedlich mächtige quartäre Talfüllungen (h) ein, die sich aus oben liegenden Auelehmen und teilweise unterlagernden Talkiesen zusammensetzen.

Zudem verzeichnet die Geologische Karte im Bereich des Bahnhofes eine ältere Altablagerung (z). Allgemein sind in allen vorgemerkten Bereichen der Baumaßnahme künstliche Auffüllungen in unterschiedlicher Mächtigkeit zu erwarten.

Die quartären Ablagerungen (Talfüllungen und Goldshöfer Sande) bilden den oberflächennahen Grundwasserleiter mit Grund-, Sicker- und Schichtwasserführungen. Die vollständig plastifizierten Aufwitterungsböden des Opalinuston sind sehr gering wasserdurchlässig und wirken wassersperrend. Die Tonsteine des Opalinuston sowie die Festgesteine des Schwarzjura können in Abhängigkeit von Kluftausbildungen Grundwasser in Form von auch druckhaft anstehendem Kluftwasser führen.

Detaillierte Angaben zum Grundwasser, z.B. aus langjährigen Pegelbeobachtungen, stehen nicht zur Verfügung.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden 2017 insgesamt 18 Bohrsondierungen im Rammkernbohrverfahren (BS 1 bis BS 18) bis max. 9,00 m u. Gel. ausgeführt. Die planmäßigen Bohrtiefen betrugen:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| - im Bereich von geländegleichen Straßen und rückzubauenden Straßen | 3,0 m u. Gel. |
| - im Bereich von geplanten Dämmen und Einschnitten | 6,0 m u. Gel. |
| - im Bereich der geplanten Widerlager | bis zur Ausnutzung des Bohrverfahrens |

Zudem wurden im Jahre 2017 3 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 3) nach DIN EN ISO 22476-2 bis max. 12,60 m u. Gel. durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden 2019 um 5 Kernbohrungen bis max. 21,00 m u. Gel., 2 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 4 und DPH 5) bis max. 12,10 m u. Gel. und 7 Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 ergänzt.

Die Untersuchungspunkte wurden durch unser Büro in Lage und Höhe mit GPS eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. An Proben aus den bestehenden Schwarzdecken wurden Untersuchungen auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt. Des Weiteren wurden organoleptisch, d.h. nach Augenschein und Geruch auffällige Auffüllungen sowie Auffüllungen aus dem Bereich des bestehenden Bahnhofvorplatzes chemisch untersucht.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Grundsätzlich wurden mit den durchgeführten Aufschlüssen die vorgenannten, allgemein zu erwartenden geologischen Schichten angetroffen. Die mit den Bohrungen aufgeschlossenen Profile wurden ingenieurgeologisch aufgenommen und repräsentativ beprobt. Die Ergebnisse sind als Schichtprofile auf den Anlagen 2.1 bis 2.24 dargestellt. Der erkundete Schichtenaufbau lässt sich wie folgt darstellen:

Humoser Oberboden und Oberflächenbefestigungen

Im Untersuchungsgebiet steht zuoberst humoser Oberboden in Form von Grasnarbe/Mutterböden, Ackerboden und Waldboden sowie Oberflächenbefestigungen (Schwarzdecken über Trag-/Frostschuttschichten und Schotterungen) an.

Aufschluss	Geländehöhe [m ü. NN]	Bodenart/ Oberflächenbefestigung	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 1	469,45	Asphalt (15 cm) und Tragschicht (35 cm)	ca. 0,50 m
BS 2	468,90	Asphalt (15 cm)	ca. 0,15 m

Aufschluss	Geländehöhe [m ü. NN]	Bodenart/ Oberflächenbefestigung	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 3	468,99	Asphalt (5 cm) und Tragschicht (10 cm)	ca. 0,15 m
BS 4	468,72	Auffüllung (Sand, kiesig)	ca. 0,20 m
BS 5	468,96	Asphalt (15 cm)	ca. 0,15 m
BS 6	469,30	Asphalt (10 cm) und Tragschicht (10 cm)	ca. 0,20 m
BS 7	478,18	Asphalt (45 cm) und Tragschicht (20 cm)	ca. 0,65 m
BS 8	477,93	Asphalt (25 cm), Tragschicht (20 cm) und Frostschuttschicht (30 cm)	ca. 0,75 m
BS 9	470,98	Grasnarbe/Mutterboden	ca. 0,25 m
BS 10	469,18	Wegschotterung	ca. 0,15 m
BS 11	468,44	Waldboden	ca. 0,10 m
BS 12	467,56	Waldboden	ca. 0,10 m
BS 13	468,92	Auffüllung/Mutterboden	ca. 0,10 m
BS 14	468,69	Asphalt (5 cm)	ca. 0,05 m
BS 15	470,98	Waldweg/Mutterboden	ca. 0,15 m
BS 16	470,98	Auffüllung (Sand)	ca. 0,85 m
BS 17	470,98	Asphalt (30 cm) und Tragschicht (20 cm)	ca. 0,50 m
BS 18	470,98	Asphalt (25 cm), Tragschicht (15 cm) und Frostschuttschicht (20 cm)	ca. 0,75 m
KB 1	469,20	Mutterboden	ca. 0,20 m
KB 2	469,03	Asphalt (5 cm)	ca. 0,05 m
KB 3	468,68	Wegschotterung	ca. 0,25 m
KB 4	468,82	Waldboden	ca. 0,30 m
KB 5	470,98	Wegschotterung	ca. 0,30 m

[Tab. 1: humoser Oberboden und Oberflächenbefestigung]

Die angetroffenen Tragschichten bestehen aus gebrochenen Kalksteinen mit geringem Feinkornanteil (Korngröße $d < 0,063$ mm). Bereichsweise wurde ein gewisser Steinanteil erkundet.

In den Bohrungen BS 1 und BS 7 wurden an den Tragschichten Asphaltanhaftungen festgestellt (vgl. hierzu Abschnitt 4.5.2). Die Frostschutzschichten setzten sich aus sandigen Kiesen mit sehr geringem Feinkornanteil zusammen. Die Kiesfraktion der fein- bis mittelkörnigen Kiese besteht aus gerundeten Flusskieseln. In Bohrungen, in denen in der Tabelle 1 lediglich Asphaltsschichten aufgeführt sind, sind keine definierten Trag- oder Frostschutzschichten vorhanden und die Asphaltdecke liegt direkt auf den Auffüllungen (s.u.) auf.

Schicht 1: Künstliche Auffüllungen

Unterhalb der vorgenannten Oberflächen bilden zumeist künstliche Auffüllungen die oberste Schicht. Die horizontal und vertikal wechselhaften Auffüllungen aus mineralischen Erdstoffen bestehen aus Kiesen, Sanden, bindigen Schluff/Tonen und Gemischen aus den vorgenannten Erdstoffen. In der Regel überwiegen rollige Erdstoffe. In bindigen Auffüllungen wurden steifplastische und weich- bis steifplastische Konsistenzen erkundet. Die Kiesfraktion sowie untergeordnet auftretende Steine bestehen aus Kalksteinen, Quarzbröckchen, Tonsteinbröckchen/-relikten, Sandsteinen und Gleisschotter. Anthropogene Bestandteile wurden in Form von Ziegelbröckchen/-resten, Beton, Schlackebröckchen/-resten, Glasscherben sowie Asphaltresten angetroffen. Zudem treten vereinzelt Pflanzen-, Wurzel- und Holzreste auf.

An Proben von organoleptisch auffälligen Auffüllungen wurden orientierende chemische Untersuchungen (vgl. hierzu Abschnitt 4.5.3) vorgenommen. Es handelt sich um folgende Bohrungen:

- BS 10: Anteil an Asphaltresten in der Auffüllung
- BS 13: hoher Anteil an Schlackeresten in der Auffüllung
- BS 14: tiefer liegende Asphaltlage und Anteil an Schlacke- und Asphaltresten in der Auffüllung.

Die weiteren Auffüllungen waren organoleptisch unauffällig. Wir weisen in diesen Zusammenhang darauf hin, dass es sich bei Bohrungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und weitere Auffälligkeiten zwischen den Bohrpunkten nicht ausgeschlossen werden können.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 1	468,95	468,55	ca. 0,40 m
BS 2	468,75	468,00	ca. 0,75 m
BS 3	468,59	467,39	ca. 1,20 m
BS 4	468,52	468,37	ca. 0,15 m

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 5	468,81	466,66	ca. 2,15 m
BS 6	469,10	467,10	ca. 2,00 m
BS 7	477,53	477,13	ca. 0,40 m
BS 8	477,18	476,53	ca. 0,65 m
BS 9	keine Auffüllungen	-	-
BS 10	469,03	468,33	ca. 0,70 m
BS 11	keine Auffüllungen	-	-
BS 12	467,46	467,16	ca. 0,30 m
BS 13	468,82	468,02	ca. 1,30 m
BS 14	468,64	465,79	ca. 0,80 m
BS 15	keine Auffüllungen unterhalb Waldweg	-	-
BS 16	468,68	467,83	ca. 0,85 m
BS 17	keine Auffüllungen unterhalb Tragschicht	-	-
BS 18	466,95	466,70	ca. 0,25 m
KB 1	469,00	467,60	ca. 1,40 m
KB 2	468,98	467,48	ca. 1,50 m
KB 3	468,68	466,23	ca. 2,20 m
KB 4	468,52	468,12	ca. 0,40 m
KB 5	469,43	469,03	ca. 0,40 m

[Tab. 2: Schicht 1, künstliche Auffüllungen]

Schicht 2: Talfüllung, Auelehme mit Sand- und Kieslagen

Der natürlich anstehende Untergrund wird in der Talaue von Schluff/Tonen mit horizontal und vertikal wechselndem Sandanteil aufgeschlossen. Bereichsweise treten Sand- und Kieslagen mit hohem Feinkornanteil auf. In unregelmäßiger, untergeordneter Verteilung sind in die Auelehme Kalkstein-, Tonstein- und Sandsteinbröckchen eingelagert, die auch die Kiesfraktion bilden. Zudem wurden lokal auch organische Beimengungen angetroffen (Bohrungen BS 5 und BS 14). Die bindigen Erdstoffe besitzen nach der Bestimmung vor Ort eine zwischen weich- und steifplastisch schwankende Konsistenz. Die Farbe der Talfüllungen ist braun, grau, graubraun, rostbraun, blaugrau und grüngrau.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 4	468,37	462,72 ¹⁾	> 5,65 m
BS 5	466,66	465,31	ca. 1,35 m
BS 6	467,10	466,30 ¹⁾	> 0,80 m
BS 11	468,34	466,74	ca. 1,60 m
BS 12	467,16	465,31	ca. 1,85 m
BS 13	468,02	463,47	ca. 4,55 m
BS 14	465,79	462,69	ca. 3,10 m
KB 1	467,60	465,50	ca. 2,10 m
KB 2	467,48	464,53	ca. 2,95 m
KB 3	466,23	463,08	ca. 3,15 m

[Tab. 3: Schicht 2, Talfüllung]

¹⁾ Bohrendtiefe, entspricht nicht der Schichtunterkante

Schicht 3: Goldshöfer Sande, Sand mit Schluff/Tonlagen

Außerhalb der Talaue stellen bereichsweise die Schichten der Goldshöfer Sande das obere Schichtglied der natürlich anstehenden Böden dar. Es handelt sich hierbei um Sande mit teilweise bindigen Lagen (Schluff/Ton). Die Sande weisen einen vertikal und horizontal wechselnden sehr geringen bis hohen Feinkornanteil auf. Die bindigen Lagen wurden mit Mächtigkeiten zwischen wenigen cm und rd. 2,5 m erkundet. In den Goldshöfer Sanden treten mit unterschiedlichen Anteilen fein- bis mittelmäßige Beimengungen (Kalk-, Sand-, Tonstein- und Quarzbröckchen) auf. Die Konsistenz der bindigen Lagen ist nach der Bestimmung vor Ort in der Regel steifplastisch, teilweise auch halbfest. Die erdfeuchten, im Grundwasser nassen Sande sind nach dem Bohrwiderstand locker bis mitteldicht gelagert. Die Schichten der Goldshöfer Sande sind von brauner, rostbrauner, hellrostbrauner, ockerbrauner, graubrauner und hellbrauner Farbe. Im Übergang zum unterlagernden Verwitterungsprofil des Opalinuston treten Verzahnungen auf.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 1	468,95	466,70	ca. 2,25 m
BS 2	468,00	466,70	ca. 1,30 m

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 3	467,39	466,24	ca. 1,15 m
BS 7	477,13	475,78	ca. 1,35 m
BS 8	476,53	476,28	ca. 0,25 m
BS 9	470,73	467,43	ca. 3,30 m
BS 15	469,03	465,68	ca. 3,35 m
BS 16	467,83	465,93	ca. 1,90 m
BS 17	470,03	467,53 ¹⁾	> 2,50
BS 18	466,70	464,70 ¹⁾	> 2,00
KB 4	468,12	465,22	ca. 2,90 m
KB 5	469,03	468,23	ca. 0,80 m

[Tab. 4: Schicht 3, Goldshöfer Sande]

¹⁾ Bohrendtiefe, entspricht nicht der Schichtunterkante

Schicht 4: Verwitterungsprofil des Braunjura (Opalinuston), Ton und Schluff/Ton

Unterhalb der vorgenannten Schichten stehen durchgehend Schluff/Tone und schluffige Tone mit zumeist geringem Feinsandanteil an. Es sind vereinzelt Tonstein- und Mergelbröckchen eingelagert. Es handelt sich hierbei um den Aufwitterungshorizont des Opalinuston. Dieser ist zuoberst vollständig plastifiziert und weist steifplastisch-halb feste bis halb feste Konsistenzen auf. Zur Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab. Dort weisen die Tone eine mindestens halb feste, zum Teil auch feste Konsistenz auf. Der Boden zeigt hier in seiner aufgewitterten Form noch die ursprüngliche Struktur des Tonsteins. Am Trennflächengefüge sind in Folge von Verwitterungsprozessen Verfärbungen zu erkennen. Die Farbe ist dunkelgrau. Im oberen Bereich treten auch graubraune und graue Färbungen auf.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante/ Bohrendtiefe ^(x) [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 1	466,70	466,45 ^(x)	-
BS 2	466,70	465,90 ^(x)	-
BS 3	466,24	465,99 ^(x)	-
BS 4	unterhalb der Bohrendtiefe	-	-

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante/ Bohrendtiefe ^(x) [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 5	465,46	459,96 ^(x)	-
BS 6	unterhalb der Bohrendtiefe	-	-
BS 7	475,78	473,18 ^(x)	-
BS 8	476,28	473,53 ^(x)	-
BS 9	467,43	463,08 ^(x)	-
BS 10	468,33	466,18 ^(x)	-
BS 11	466,75	465,44 ^(x)	-
BS 12	465,31	464,56 ^(x)	-
BS 13	463,47	462,92 ^(x)	-
BS 14	462,69	462,09 ^(x)	-
BS 15	465,68	464,78 ^(x)	-
BS 16	465,93	464,68 ^(x)	-
BS 17	unterhalb der Bohrendtiefe	-	-
BS 18	unterhalb der Bohrendtiefe	-	-
KB 1	465,50	458,40	ca. 7,10 m
KB 2	464,53	460,43	ca. 4,10 m
KB 3	463,08	461,18	ca. 1,90 m
KB 4	465,22	460,82	ca. 4,40 m
KB 5	468,23	461,43	ca. 6,80 m

[Tab. 5: Schicht 4, Verwitterungsprofil Opalinuston]

Die im Rammkernbohrverfahren abgeteufte Aufschlüsse wurden im Bereich der geländegleichen und zurückzubauenden Straßen in der planmäßigen Tiefe beendet. Im Bereich von geplanten Dämmen und Einschnitten wurde die geplante Endtiefe nicht durchgehend erreicht. Hier und im Bereich der Widerlager mussten die Bohrungen auf Grund des hohen Bohrwiderstandes in Tiefen von zwischen 4,00 m bis max. 9,00 m u. Gel im mindestens halbfesten Verwitterungsprofil des Opalinuston beendet werden. Das Festgestein des Opalinuston und der unterlagernden Schwarzjuraschichten (Jurensismergel, Posidonienschiefer und Amaltheenton) wurde mit den Kernbohrungen KB 1 bis KB 5 (s.u.) aufgeschlossen.

Schicht 5: Tonsteine des Braunjura (Opalinuston)

Der folgende Tonstein zeigt größtenteils ein kleinräumiges Trennflächengefüge. Die Schichtung schwankt zwischen blättrig und dünnbankig. Die Klüftung ist dichtständig bis engständig. Es treten zumeist mürbe bis sehr mürbe Festigkeiten auf. Im Tonstein treten in Zwischenbereichen Schwächezonen mit geringeren Festigkeiten auf, so dass bereichsweise auch halbfeste bis feste Konsistenzen angetroffen wurden. Diese können unregelmäßig verteilt sein und können keiner bestimmten Tiefenlage zugeordnet werden. Die Färbung des Tonsteins ist dunkelgrau.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante/ Bohrendtiefe ^(x) [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
KB 1	458,40	457,20 ^(x)	-
KB 2	460,43	455,03	ca. 5,40 m
KB 3	461,18	456,68	ca. 4,50 m
KB 4	460,82	456,82	ca. 4,00 m
KB 5	461,43	457,03	ca. 4,40 m

[Tab. 6: Schicht 5, Tonstein Opalinuston]

Schicht 6: Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzjura (Jurensismergel, Posidonienschiefer und Amaltheenton)

Unterhalb der Tonsteine des Braunen Jura folgen die Schichten des Schwarzen Jura, die zuoberst im Bereich der Jurensismergel und Posidonienschiefer in der Regel durch höhere Festigkeiten (mäßig harte bis harte Tonmergelsteine) geprägt sind. In die Tonmergelsteine sind zudem immer wieder harte Kalkmergellagen mit einer Mächtigkeit von bis zu 20 cm eingeschlossen. Bereichsweise wurden in Zwischenschichten mürbe Tonsteine mit geringeren Festigkeiten aufgeschlossen. Zur Tiefe folgen bis zu den Bohrendtiefen die Tonsteine des Amaltheenton, die im Mittel wieder ein kleinräumiges Trennflächengefüge sowie gegenüber dem oberen Abschnitt des Schwarzjura wieder geringere Festigkeiten (mürbe bis mäßig hart) aufweisen. Die Farbe der Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzjura ist dunkelgrau, grau und dunkelgraubraun.

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Bohrendtiefe [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
KB 2	460,43	449,18	-
KB 3	461,18	448,58	-
KB 4	460,82	447,82	-

Aufschluss / Geländehöhe	Schichtoberkante [m ü. NN]	Bohrendtiefe [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
KB 5	461,43	453,23	-

[Tab. 7: Schicht 6, Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzjura]

Die Kernbohrungen, die von der Fa. GeoBohr ausgeführt wurden, wurden innerhalb der Festgesteine in einer für die Beurteilung des Baugrundes ausreichenden Tiefe beendet. Die maximale Bohrtiefe der Kernbohrungen ist 21,00 m u. Gelände.

Ergänzend zu den im Bereich der Widerlager des Bauwerk 01 ausgeführten Kernbohrungen und Bohrsondierungen wurden in unmittelbarer Nähe zu den Bohrungen KB 5, BS 9, BS 5 und BS 14 die schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 und DPH 5 niedergebracht. Zudem wurde die Rammsondierung DPH 4 ohne direkten Bezug zu einer Bohrung ausgeführt. Die zugehörigen Rammdiagramme sind auf den Anlagen 2.5, 2.6, 2.11, 2.15 und 2.20 dargestellt.

Unterhalb von humosem Oberboden stehen in der BS9/DPH 1 bis rd. 3,5 m u. Gel. sowie nach Interpretation in der DPH 4 bis rd. 2,0 m u. Gel. Goldshöfer Sande mit bindigen und sandigen Erdstoffen an. Bei den Rammsondierungen wurden in den bindigen Schluff/Tonen Schlagzahlen $n_{10} = 1$ bis 3 ermittelt, was die im Feldversuch bestimmten steifplastische Konsistenzen bestätigt. Die Sande weisen Schlagzahlen $3 \leq n_{10} \leq 6$ auf. Dies entspricht einer locker bis mitteldichten Lagerung.

In der BS 5/DPH 2, der BS 14/DPH 3 und der KB 5/DPH 2 stehen zuoberst künstliche Auffüllungen an. Diese weisen in den oberen kiesig geprägten Bereichen Schlagzahlen von $n_{10} = 6$ bis 33 auf. Einzelne Schlagspitzen sind auf größere Gesteinsbrocken in den Auffüllungen zurückzuführen. Zur Tiefe hin ist in den vermehrt bindig geprägten Auffüllungen ein deutlicher Schlagzahlrückgang auf $n_{10} = 1$ bis 3 zu beobachten. Unterhalb folgen ab 2,30 m (DPH 2), 2,90 m (DPH 3) und 0,70 m (DPH 5) die Schichten der Talfüllungen mit Auelehmen und Talsanden. In den Auelehmen wurden Schlagzahlen $1 \leq n_{10} \leq 6$ gemessen, womit die Bandbreite von weichen bis steifplastischen bindigen Erdstoffen bestätigt wird. Die Sandlagen weisen im Mittel leicht bis deutlich höhere Schlagzahlen auf. In der DPH 2 wurden zwischen 2,70 m und 3,20 m u. Gel. Schlagzahlen von $n_{10} = 2$ bis 3 (lockere Lagerung der Sande), in der DPH 3 zwischen 4,40 m und 5,90 m u. Gel. Schlagzahlen von $n_{10} = 7$ bis 17 (mitteldichte Lagerung der Sande) gemessen. In der DPH 5 treten keine Sande auf.

Ab einer Tiefe von 3,30 m (DPH 1), 3,70 m (DPH 2), 6,00 m (DPH 3) und 1,50 m (DPH 5) sowie nach Interpretation 2,00 m (DPH 4) beginnt das Verwitterungsprofil des Opalinuston. Im obersten Bereich wurden Schlagzahlen $n_{10} = 1$ bis 10 gemessen, was auf eine steife bis halbfeste, ab Schlagzahlen

$n_{10} > 4$ zumeist halbfeste Konsistenz hinweist. Zur Tiefe hin ist in allen Rammsondierungen ein relativ stetiger Anstieg der Schlagzahlen zu beobachten. Ab Schlagzahlen $n_{10} \sim 11$ bis ist der Aufwitterungshorizont durch halbfeste bis feste Konsistenzen und zum Teil auch mürbe Festigkeiten geprägt. Mit Schlagzahlen $n_{10} > 30$ ist das Festgestein in der Regel mäßig aufgewittert und durch zumeist mürbe Festigkeiten geprägt. In diesem wurden die Rammsondierungen bei Schlagzahlen $n_{10} = 68$ bis > 100 in Tiefen von 11,90 m bis 12,60 m u. Gel. beendet.

Die Endtiefe der Rammsondierungen (Übergang zum weniger verwitterten Tonstein) liegt in einer Tiefe zwischen ca. 456,4 m ü. NN und 459,7 m ü. NN.

Um weitere Erkenntnisse über den Untergrund, besonders im Hinblick auf eine Pfahlgründung, zu erlangen wurden durch die Geotechnik Heiligenstadt GmbH ergänzend 7 Drucksondierungen (CPT) bis in Tiefen von max. rd. 12,4 m u. Gel durchgeführt. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 2.25 bis 2.35 dargestellt.

Bis mind. 5 m u. Gel., teilweise bis 10 m u. Gel. ist abgesehen von einzelnen Druckspitzen in der Regel ein Spitzenwiderstand mit Werten von $q_c < 5 \text{ MN/m}^2$ messbar. Unterhalb vorgenannter Tiefenlage steigt der Sondierwiderstand zumeist relativ stetig an. In der Regel geht der Anstieg in den bindigen Aufwitterungsböden des Opalinuston mit einer Zunahme der Mantelreibung einher, was einerseits den bindigen Charakter der Böden und andererseits den abnehmenden Verwitterungsgrad bestätigt. In mit den Rammsondierungen vergleichbaren Tiefen zwischen rd. 7,7 m bis 12,4 m u. Gel. wurden die Drucksondierungen wegen hohem Spitzenwiderstand und/oder hoher Mantelreibung abgebrochen.

Der zuvor beschriebene Schichtaufbau wird durch die Drucksondierungen bestätigt.

Die Drucksondierung CPT 4 wurde auf Grund von oberflächennahen Hindernissen mehrmals im direkten Umfeld versetzt, so dass 3 Fehlsondierungen (im Anhang nicht beigelegt) auftraten.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde im Zuge der Erkundungen im März 2017 und August in den Goldshöfer Sanden und Talfüllungen angetroffen. Das unterlagernde Verwitterungsprofil des Opalinuston ist sehr gering wasserdurchlässig und bildet den Wasserstauer des oberen Grundwasserstockwerkes. In den Aufwitterungsböden wurde im unteren Grundwasserstockwerk Wasser angetroffen, welches teilweise druckhaft gespannt ansteht. Diese und im Tonstein auftretenden Wasserführungen sind vom Trennflächengefüge abhängig und treten entlang der Klüfte auf. „Im Opalinuston (Dogger a1) sind mitunter wasserführende Horizonte von geringer Bedeutung eingeschaltet.“ (Geologischen Karte von Baden Württemberg, Erläuterungen zu Blatt 7126 Aalen, Seite 182). In Klüften der Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzen Jura können gleichermaßen Kluftwasserführungen auftreten. Die durchgeführten Kernbohrungen gaben darauf jedoch keinen direkten Hinweis.

Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurde der Wasserspiegel im Bohrloch eingemessen. Es handelt sich hierbei um eine Momentaufnahme und nicht um einen langfristigen Druckwasserspiegel. Folgende Grundwasserstände wurden erkundet:

Bohrung	angetroffen beim Bohren		im Bohrloch eingemessen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN	[m] u. Gel	[m] ü. NN
BS 1	- 2,40	467,05	¹⁾	-
BS 2	kein Wasser angetroffen		-	-
BS 3	- 2,35	466,64	¹⁾	-
BS 4	- 2,30	466,42	¹⁾	-
BS 5	- 3,00	465,96	- 1,60	467,09
BS 6	kein Wasser angetroffen		-	-
BS 7	- 0,85	477,33	²⁾	-
BS 8	kein Wasser angetroffen		-	-
BS 9	- 3,00	467,98	- 1,70	469,28
BS 10	kein Wasser angetroffen		-	-
BS 11	- 2,10	466,34	²⁾	-
BS 12	- 1,55	466,01	- 1,25	466,31
BS 13	- 4,50	464,42	- 3,75	465,17
BS 14	- 3,00	465,69	¹⁾	-
BS 15	- 2,60	466,58	- 2,45	466,73
BS 16	- 1,00	467,68	- 0,75	467,93

Bohrung	angetroffen beim Bohren		im Bohrloch eingemessen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN	[m] u. Gel	[m] ü. NN
BS 17	- 2,10 ⁴⁾ / - 2,85	468,43 / 467,68	¹⁾	-
BS 18	kein Wasser angetroffen		-	-
KB 1	- 5,70	463,50	- 2,50	466,67
KB 2	- 5,90	463,13	- 1,60	467,43
KB 3	kein Wasser angetroffen		³⁾	-
KB 4	kein Wasser angetroffen		- 2,95	465,87
KB 5	- 5,00	464,73	- 5,50	464,23

[Tab. 8: erkundete Grundwasserstände]

- ¹⁾ Wegen zu geringer Standfestigkeit des Bohrlochs konnte kein Druckwasserspiegel eingemessen werden.
²⁾ Auf Grund des zu geringen Andrangs konnte kein Druckwasserspiegel eingemessen werden.
³⁾ Auf Grund von eingelaufenem Oberflächenwasser konnte kein Druckwasserspiegel eingemessen werden.
⁴⁾ Schichtwasser

Nach den erkundeten Grundwasserständen und einem Zuschlag für mögliche Grundwasserschwankungen können für den Bereich der Bauwerke 01 und 02 folgende höchste zu erwartende Grundwasserstände angegeben werden. Jahreszeitlich und witterungsbedingt können zudem oberhalb der angegebenen Grundwasserstände lokal Sicker- und Schichtwasserführungen auftreten.

Bauwerk	Höchste zu erwartende Grundwasserstände [m] ü. NN
01 (Brücke)	rd. 468,4
02 (Schüttboxen)	rd. 467,7

[Tab. 9: Bauwerksbezogene höchste zu erwartende Grundwasserstände]

4.3 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus den Bohrungen KB 2 und KB 5 wurde im August 2019 je eine Grundwasserprobe entnommen und durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf Betonaggressivität untersucht. Die Analyseberichte Nr. 442/2878 und 442/2880 sind in den Anlagen 5.1 und 5.2 beigelegt.

Die Grundwasserproben stammen aus dem in den Klüften des Verwitterungsprofil des Opalinuston zirkulierendem Grundwasser. Nach DIN 4030 sind die untersuchten Grundwasserproben nicht betonangreifend.

Die Analytik der Grundwasserproben zeigt einen stark schwankenden Sulfatgehalt. Erfahrungsgemäß können auch Sulfatgehalte auftreten, die im Bereich schwach betonangreifend gemäß DIN 4030 liegen. Wir empfehlen daher, bei Bauteilen aus Beton, die bis in die Schichten des Opalinuston reichen, vorsorglich Beton der Expositionsklasse XA1 zu verwenden.

4.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung repräsentativer Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor klassifizierende Laboruntersuchungen vorgenommen.

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und die natürlichen Wassergehalte der anstehenden Böden bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf den Anlagen 3.1 bis 3.7 zusammengestellt.

Die ermittelten natürlichen Wassergehalte von bindigen Bereichen der Auffüllungen (Schicht 1) liegen zwischen $w_n = 21,35 \%$ (Probe KB 3/2) und $30,39 \%$ (Probe 6/3), was die im Feldversuch bestimmten weichen bis steifplastischen Zustandsformen bestätigt. Teilweise ist der Kiesanteil in den Auffüllungen zu berücksichtigen.

In den Talfüllungen (Schicht 2) wurden in den Auelehmen natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 15,47 \%$ (Probe KB 1/1) und $33,25 \%$ (Probe 5/8) gemessen. Die Wassergehalte bestätigen die Feldansprache hinsichtlich der auftretenden Bandbreite von weichen bis steifplastischen sowie halbfesten Böden, wobei hier die wechselnden Sand- und Kiesanteile zu berücksichtigen sind. Die nicht wassergesättigten Sandlagen der Schicht 2 weisen natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 16,41 \%$ (Probe 14/8) und $17,74 \%$ (Probe 5/7) auf.

Die natürlichen Wassergehalte der Goldshöfer Sande (Schicht 3) liegen in bindig geprägten Bereichen zwischen $w_n = 15,79 \%$ (Probe 17/3) und $28,37 \%$ (Probe 9/1). Dies bildet die ermittelten steifplastischen bis halbfesten Konsistenzen der Feldansprache ab. Die Sande der Goldshöfer Sande besitzen Wassergehalte zwischen $w_n = 7,96 \%$ (Probe 2/4) und $17,90 \%$ (Probe 9/4). Hier ist der

Wassergehalt stark vom Feinkornanteil abhängig. In der Regel weisen hier Sande mit höherem Feinkornanteil höhere Wassergehalte auf.

In den bindigen Aufwitterungsböden des Opalinuston (Schicht 4) wurden natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 13,90 \%$ (Probe 5/12) bis $30,93 \%$ (Probe 2/6) ermittelt. Dies entspricht der im Feldversuch bestimmten Bandbreite von steif-halbfesten bis festen Konsistenzen. In der Regel nimmt der Wassergehalt zur Tiefe hin ab. Damit ist zur Tiefe hin mit höheren Festigkeiten zu rechnen.

Im Tonstein und Tonmergelstein des Braunen und Schwarzen Jura treten in der Regel deutlich niedrigere natürliche Wassergehalte in einer Bandbreite von $w_n = 2,63 \%$ (Probe KB1/6) bis $21,12 \%$ (Probe KB4/7) auf. Während im oberen Bereich der Tonsteine (Opalinuston) noch etwas erhöhte Wassergehalte auftreten, liegen zur Tiefe im unteren Bereich des Opalinuston sowie der Schwarjura-Schichten in der Regel Wassergehalte $< 10 \%$ vor. Es werden nach Erfahrung hierdurch einerseits die mind. mürben Festigkeiten der Tonsteine bestätigt, andererseits zeigen erhöhte Wassergehalte auch lokal beginnende Übergänge zu stärker aufgewittertem Tonstein. Der in der Probe KB 2/11 gemessene Wassergehalt von $w_n = 35,72 \%$ weist auf lokale Aufweichungen durch Wasserführungen hin.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Für charakteristische Proben der angetroffenen Auelehme (Schicht 2) und des Verwitterungsprofils des Opalinuston (Schicht 4) wurden zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Hierbei wurden folgende Zustandsformen und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
4/3	Auelehm	0,57	weich	SU*/TL
5/10	VP Opalinuston	1,13	halbfest	TM/TA
9/6	VP Opalinuston	1,12	halbfest	TA
12/2	Auelehm	0,92	steif	TA
13/3	Auelehm	0,62	weich	TL
14/7	Auelehm	0,75	weich bis steif	TM
KB 1/2	VP Opalinuston	1,06	halbfest	TA
KB 1/4	VP Opalinuston	0,78	steif	TM
KB 2/6	Auelehm	0,84	steif	TL/TM

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
KB 2/7	VP Opalinuston	1,03	halbfest	TM/TA
KB 4/3	Goldshöfer Sande	0,87	steif	TL
KB 4/4	VP Opalinuston	0,75	steif	TA

[Tab. 10: Konsistenzgrenzen]

Nach den Laborergebnissen sind Auelehme mit hohem Sandanteil den leichtplastischen Tonen (TL), teilweise an der Grenze zu mittelpplastischen Tonen (TM) zugehörig. Auelehme mit mittlerem und geringen Sandanteil stellen mittelpplastische (TM) und ausgeprägt plastische Tone (TA) dar.

Die Protokolle sind den Anlage 3.8 bis 3.19 zu entnehmen.

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

An charakteristischen Proben der angetroffenen Böden wurde die Sieblinie mittels Korngrößenverteilung ermittelt. Die Körnungslinien sind in den Anlagen 3.20 bis 3.30 beigelegt. Hierbei wurden folgende Feinkornanteile (Korngröße $d < 0,063$ mm) und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Feinkornanteil in [Gew.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
4/2	Talfüllung	ca. 31	SU*
4/3	Talfüllung	ca. 39	SU*/TL
7/5	Goldshöfer Sande	ca. 38	SU*
9/3	Goldshöfer Sande	ca. 22	SU*
16/2	Goldshöfer Sande	ca. 5	SE/SU
17/4	Goldshöfer Sande	ca. 15	SU/SU*
18/5	Goldshöfer Sande	ca. 33	SU*
KB 1/1	Talfüllung	ca. 51	TL/TM
KB 3/2	Auffüllung	ca. 17,5	[GU*]
KB 3/5	VP Opalinuston	ca. 92	TM/TA
KB 4/3	Goldshöfer Sande	ca. 76	TL

[Tab. 11: Korngrößenverteilung]

Bei den Proben 4/3 und 7/5 liegt der Feinkornanteil nahe der Grenze von 40 Gew.-%, die nach der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (nach DIN 18 196) die Unterscheidung zwischen feinkörnigen und gemischtkörnigen Böden darstellt. Es handelt sich daher um Böden, die bindige bzw. annähernd bindige Eigenschaften aufweisen.

Glühverlust nach DIN 18128

Die organischen Bestandteile in charakteristischen Proben der Auelehme mit organischen Beimengungen wurden mittels Glühverlust bestimmt. Das Protokoll ist in der Anlage 3.31 beigelegt. Hierbei ergaben sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten Glühverluste mit folgenden Klassifikationen nach EN ISO 14688-2:2004, Tabelle 3:

Probe	Stratigrafische Einteilung	Glühverlust	Einteilung
5/8	Auelehm	7,70 bis 7,91 %	mittel organisch
14/5	Auelehm	3,86 bis 3,94 %	schwach organisch

[Tab. 12: organische Bestandteile]

Einaxiale Druckfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-7 und Punktlastversuche

An Bohrkernen wurde die einaxiale Druckfestigkeit ermittelt. Die Versuchsprotokolle liegen als Anlagen 3.32 bis 3.44 bei. Die Ergebnisse sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt:

Probe		Stratigrafische Einteilung	Entnahmetiefe [m] u. Gel.	Stauchung ε [%]	Zylinderdruckfestigkeit $q_{u,k}$ [N/mm ²]
KB 1/6	A	Opalinuston (Tst)	10,80 – 11,00	1,44	33,92
	B			1,39	31,47
KB 2/17		Schwarzjura (TMst)	16,30 – 16,50	1,12	14,44
KB 2/20		Schwarzjura (TMst)	18,65 – 18,80	2,88	47,69
KB 3/12	A	Schwarzjura (TMst)	16,50 – 16,60	1,77	12,96
	B			2,15	30,47
KB 4/11		Schwarzjura (TMst)	13,40 – 13,70	1,16	18,59
KB 4/14	A	Schwarzjura (Tst)	19,00 – 19,20	0,89	12,96
	B			1,18	29,18
KB 5/17	A	Schwarzjura (TMst)	12,70 -12,80	1,65	32,80
	B			1,60	31,65
KB 5/20		Schwarzjura (Tst)	15,20 -15,40	2,95	3,85

Probe		Stratigrafische Einteilung	Entnahmetiefe [m] u. Gel.	Stauchung ε [%]	Zylinderdruckfestigkeit $q_{u,k}$ [N/mm ²]
KB 5/22		Schwarzjura (Tst)	15,80 – 16,00	2,90	3,12

[Tab. 13: Ergebnisse der Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit]

(Tst) nach Schichtaufnahme: Tonstein

(TMst) nach Schichtaufnahme: Tonmergelstein

Ergänzend zur Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit wurden Untersuchungen mittels Punkt-Last-Versuch nach den Empfehlungen Nr. 5 der DGGT (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik) durchgeführt. Die Anlage 3.45 zeigt in tabellarischer Zusammenstellung die Versuchsergebnisse. Aus den Ergebnissen der Punkt-Last-Versuche kann durch entsprechende Korrektur nach *Brook* die einaxiale Druckfestigkeit über Umrechnungsfaktoren für bestimmte (Halb-)Festgesteine abgeleitet werden. In der Anlage sind - unter Berücksichtigung des jeweils beprobten Materials - die maßgebenden Ergebnisse farblich markiert. Hierbei kann für die Tonsteine der in der Literatur angegebene gesteinspezifische Umrechnungsfaktor für halbfeste Tonsteine und für die Tonmergelsteine der Umrechnungsfaktor für halbfeste Kreidemergel herangezogen werden.

Die Ergebnisse der Druck- und Punktlastversuche zeigen analog zur Bestimmung vor Ort, dass im Braunjura (Opalinuston) im Mittel geringere Festigkeiten der Tonsteine mit vereinzelt härteren Lagen (ermittelte und abgeleitete Druckfestigkeit $q_{u,k} \sim 1,4 \text{ N/mm}^2$ bis $34,0 \text{ N/mm}^2$) auftreten. In den Schwarzjura-Schichten der Jurensismergel und Posidonienschiefer (Ton- und Tonmergelsteine) steigen die Festigkeiten im Mittel deutlich an ($q_{u,k} \sim 12,0 \text{ N/mm}^2$ bis $48,0 \text{ N/mm}^2$). Mit Beginn der Tonsteine des Amalteehnton (Schwarzjura) folgen wiederum Schichten mit geringerer Festigkeit ($q_{u,k} \sim 2,0 \text{ N/mm}^2$ bis $3,9 \text{ N/mm}^2$).

Laborflügelversuche

An zwei gestörten Bodenproben des Verwitterungsprofils des Opalinuston (Probe KB 1/3 und KB 1/5) wurde die undrained Scherfestigkeit durch Laborflügelversuche ermittelt.

Die ermittelte undrained Scherfestigkeit mit der Laborflügelsonde liegt zwischen $36,5 \text{ kN/m}^2$ (Probe KB 1/3) und $> 77 \text{ kN/m}^2$ (Probe KB 1/5). Diese Werte entsprechen nach Abgleich mit Literaturangaben dem im Feldversuch festgestellten Übergang von steifplastischen zu mind. halbfesten Böden.

4.5 Chemische Laboruntersuchungen

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei der folgenden Analytik nur um eine orientierende Beprobung einzelner Auffüllungen und nicht um eine Deklarationsanalytik handelt. Im Zuge der Baumaßnahme sind Haufwerke zu bilden. Diese müssen dann nach LAGA PN 98 beprobt werden, um eine geregelte Verwertung, bzw. Entsorgung festzulegen. Sofern organoleptisch auffällige Erdstoffe angetroffen werden ist im Zuge der Baumaßnahme der Aushub gesondert seitlich oder auf einem Zwischenlager zu lagern.

4.5.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK

Aus den anstehenden Schwarzdecken wurden Proben entnommen und eine quantitative chemische Untersuchung auf polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt. Der Prüfbericht Nr. 1704010 des akkreditierten Labors Analytik-Team, Fellbach-Oeffingen kann der Anlage 5.3 entnommen werden.

Die ermittelten PAK-Gehalte der Schwarzdecken liegen zumeist zwischen 1,9 und 16,0 mg/kg und somit unterhalb der Grenze für Ausbauasphalt von 25 mg/kg gemäß RuVA-StB 01, Fassung 05. Die Schwarzdecke ist hier dementsprechend „teerfrei“ und kann einer entsprechenden Wiederverwertung als bituminöser Straßenaufbruch zugeführt werden oder entsprechend Deponieverordnung (DepV) als DK 0 entsorgt werden.

Eine Ausnahme bilden die Bereiche der Bohrung BS 1 (Kreuzung Goldshöfer Straße/Aalener Straße westlich des Bahnübergangs, Probe 1/1) und der Bohrung BS 14 (Asphaltdecke auf dem Asphaltwerk bei dem westlichen Widerlager der zukünftigen Brücke, Probe 14/1). Es wurden in diesen Schwarzdecken PAK-Gehalte von 76 mg/kg bzw. 32 mg/kg nachgewiesen. Die Grenzwerte für Ausbauasphalt werden hier überschritten. Es handelt sich somit um Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen. Eine Wiederverwertung ist nur unter den in der RuVA-StB 01 genannten Voraussetzungen möglich. Hinsichtlich einer Entsorgung müssen die vorgenannten Proben als DK I-Material eingestuft werden.

In beiden Fällen kann die Ausdehnung ohne weitere Untersuchungen optisch nicht bestimmt werden. Im Bereich der Kreuzung unterscheidet sich die Asphaltdecke augenscheinlich nicht von den umgebenden Asphaltdecken. Im Bereich des Asphaltwerkes liegen auf der Asphaltdecke Haufwerke auf, so dass sie oberflächlich nicht zu erkennen ist.

4.5.2 Untersuchung auffälliger ungebundener Oberbau und Asphaltlagen auf PAK

In 2 Bereichen wurden innerhalb der Tragschichten unterhalb von Asphaltdecken bituminöse Anhaftungen festgestellt. Es handelt sich hierbei um die Bohrungen BS 1 und BS 7. Die Proben wurden quantitativ auf PAK untersucht. Der Prüfbericht Nr. 1704011-1 ist in der Anlage 5.4 beigelegt.

Es wurden PAK-Gehalte von 560 mg/kg (Probe 1/2) und 290 mg/kg (Probe 7/3) festgestellt. Daher sind die untersuchten Proben als > Z2-Material gemäß Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 (VwV-Boden) einzustufen. Damit ist ein Wiedereinbau dieser Bereiche der Tragschichten nicht mehr zulässig. Tragschichten mit Asphalt-Anhaftungen sind im Zuge der Erdarbeiten von den restlichen Tragschichten zu separieren und einer geregelten Entsorgung zuzuführen. Die derzeitige Einstufung anhand des Einzelparameters ist DK II-Material gemäß Deponieverordnung (DepV).

Die seitliche Ausdehnung der Anhaftungen ist derzeit nicht bekannt. Bei PAK-Konzentrationen > 200 mg/kg ist das Material gemäß der „Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 14.06.2019 als gefährlicher Abfall anzusehen. Ein Transport ist nur von einem Unternehmen mit entsprechenden Zulassungen möglich.

In der Bohrung BS 14 wurde in einer Tiefe zwischen 0,15 m und 0,25 m u. Gel. eine tieferliegende zusätzliche Asphaltlage erkundet. Es erfolgte ebenfalls eine Untersuchung auf PAK (in Prüfbericht Nr. 1704011-1 enthalten). Es wurde eine PAK-Konzentration von 18 mg/kg festgestellt. Dies entspricht Z2-Material gemäß VwV-Boden und DK0-Material gemäß DepV.

4.5.3 Untersuchung organoleptisch auffällige Auffüllungen

Organoleptisch auffällige Auffüllungen stellten folgende Proben dar:

- Probe 10/1: Anteil an Asphaltresten in der Auffüllung
- Probe 13/1: hoher Anteil an Schlackeresten in der Auffüllung
- Probe 14/4: Anteil an Schlacke- und Asphaltresten in der Auffüllung

Zur orientierenden Einschätzung eventueller Belastungen der künstlichen Auffüllungen mit umweltgefährdenden Stoffen wurden im Hinblick auf die Entsorgung/Verwertung die vorgenannten Proben auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 (VwV-Boden) im Feststoff und Eluat

untersucht. Der Prüfbericht Nr. 1704011-2 des Labors Analytik-Team kann der Anlage 5.5 entnommen werden.

Ergebnisse Probe 10/1

Bei der Probe 10/1 wurden die folgenden Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden festgestellt. Die Beurteilung erfolgte auf Grund der Zusammensetzung der Auffüllung gemäß der Grenzwerte für Sand.

Parameter	Feststoff/Eluat	Ergebnis	Einstufung VwV-Boden
Quecksilber	Feststoff	0,32 mg/kg TS	Z1.1 ¹⁾
Leitfähigkeit ²⁾	Eluat	260 µs/cm	Z1.2

[Tab. 14: Überschreitung Zuordnungswerte Z0 in Probe 10/1]

¹⁾ in Verbindung mit Eluatwerten.

²⁾ Eine Überschreitung dieses Parameters allein ist kein Ausschlusskriterium.

Die in vorstehender Tabelle nicht aufgeführten, untersuchten Parameter liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift. Auf Grund der ermittelten Quecksilber-Konzentrationen ist die untersuchte Probe als Z1.1-Material einzustufen.

Ergebnisse Probe 13/1

Bei der Probe 13/1 wurden die folgenden Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden festgestellt. Die Beurteilung erfolgte wegen der kiesigen Erdstoffe der Auffüllung gemäß der Grenzwerte für Sand.

Parameter	Feststoff/Eluat	Ergebnis	Einstufung VwV-Boden
Nickel	Feststoff	25 mg/kg TS	Z1.1 ¹⁾
Leitfähigkeit ²⁾	Eluat	230 µs/cm	Z1.2

[Tab. 15: Überschreitung Zuordnungswerte Z0 in Probe 13/1]

¹⁾ in Verbindung mit Eluatwerten.

²⁾ Eine Überschreitung dieses Parameters allein ist kein Ausschlusskriterium.

Die in obiger Tabelle nicht aufgeführten, untersuchten Parameter liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift. Auf Grund der ermittelten Nickel-Konzentrationen ist die untersuchte Probe als Z1.1-Material einzustufen.

Ergebnisse Probe 14/4

Bei der Probe 14/4 wurden die folgenden Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden festgestellt. Die Beurteilung erfolgte auf Grund des hohen Feinkornanteils der untersuchten Probe gemäß der Grenzwerte für Lehm/Schluff.

Parameter	Feststoff/Eluat	Ergebnis	Einstufung VwV-Boden
Benzo(a)pyren	Feststoff	0,44 mg/kg TS	Z1.1
Summe PAK	Feststoff	4,5 mg/kg TS	Z1.2
Leitfähigkeit ¹⁾	Eluat	260 µs/cm	Z1.2

[Tab. 16: Überschreitung Zuordnungswerte Z0 in Probe 14/4]

¹⁾ Eine Überschreitung dieses Parameters allein ist kein Ausschlusskriterium.

Die in vorstehender Tabelle nicht aufgeführten, untersuchten Parameter liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift. Auf Grund der ermittelten PAK-Konzentrationen ist die untersuchte Probe als Z1.2-Material einzustufen.

4.5.4 Untersuchung Auffüllungen Bereich Bahnhofvorplatz (Bohrungen KB 1 und KB 2)

Aus den Kernbohrungen KB 1 und KB 2 im Bereich des derzeitigen Bahnhofvorplatzes wurde aus den Auffüllungen folgende Mischproben erstellt:

- MP 1/2019: KB 1/8
- MP 2/2019: KB 2/2 +KB 2/3

Zur orientierenden Einschätzung eventueller Belastungen der im Bereich Bahnhofvorplatz anstehenden künstlichen Auffüllungen mit umweltgefährdenden Stoffen wurden im Hinblick auf die Entsorgung/Verwertung die vorgenannten Proben auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 (VwV-Boden) sowie der Deponieverordnung (DepV) im Feststoff und Eluat untersucht. Die Prüfberichte Nr. 1908206-1 bis 1908206-2-1 des Labors Analytik-Team sind in den Anlagen 5.6 bis 5.9 beigelegt.

Ergebnisse MP 1/2019

Bei der Mischprobe MP 1/2019 wurden die folgenden Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden festgestellt. Die Beurteilung erfolgte auf Grund der Zusammensetzung der Auffüllung gemäß der Grenzwerte für Sand.

Parameter	Feststoff/Eluat	Ergebnis	Einstufung VwV-Boden
Nickel	Feststoff	18 mg/kg TS	Z1.1 ¹⁾

[Tab. 17: Überschreitung Zuordnungswerte Z0 in Mischprobe MP 1/2019]

¹⁾ in Verbindung mit Eluatwerten.

Die in der Tabelle nicht aufgeführten, untersuchten Parameter liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift. Auf Grund des ermittelten Nickel-Gehaltes ist die untersuchte Mischprobe als Z1.1-Material einzustufen.

Hinsicht einer orientierenden Einstufung gemäß DepV wurden in der Mischprobe MP 1/2019 keine Überschreitungen der Grenzwerte der Deponieklasse DK 0 der DepV festgestellt, womit die Auffüllungen im Bereich der Bohrung KB 1 als DK 0-Material einzustufen sind.

Ergebnisse MP 2/2019

Bei der Mischprobe MP 2/2019 wurden die folgenden Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden festgestellt. Die Beurteilung erfolgte wegen der sandigen Erdstoffe der Auffüllung gemäß der Grenzwerte für Sand.

Parameter	Feststoff/Eluat	Ergebnis	Einstufung VwV-Boden
Benzo(a)pyren	Feststoff	0,47 mg/kg TS	Z0*
Summe PAK	Feststoff	4,1 mg/kg TS	Z1.2
Nickel	Feststoff	19 mg/kg TS	Z1.1 ¹⁾
Quecksilber	Feststoff	0,58 mg/kg TS	Z0*

[Tab. 18: Überschreitung Zuordnungswerte Z0 in MP 2/2019]

¹⁾ in Verbindung mit Eluatwerten.

Die in der obigen Tabelle nicht aufgeführten, untersuchten Parameter liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der Verwaltungsvorschrift. Auf Grund der ermittelten PAK-Konzentrationen ist die untersuchte Mischprobe als Z1.2-Material einzustufen.

Die Untersuchung der Parameter der DepV zeigt keine Auffälligkeiten. Die Mischprobe MP 2/2019 ist orientierend als DK 0-Material einzustufen.

4.6 Lage in Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „*müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden*“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen. Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („*Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.*“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld bzw. die Ortsmitten der umgebenden Gemeinden von Hüttlingen, Rainau und Wasseralfingen liegen außerhalb der Erdbebenzonen von Baden-Württemberg.

4.7 Bodengruppen, Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte

Auf der Grundlage der Feldansprache und der klassifizierenden Laboruntersuchungen werden den anstehenden Böden folgende Bodengruppen nach DIN 18 196 zugeordnet:

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
Bestehende Tragschichten und Frostschutzschichten	[GU/GW]
bestehende Wegschotterungen	[GU]
<u>Schicht 1:</u> künstliche Auffüllungen	[GU/GU*], [SU/SU*], [TL/TM/TA]
<u>Schicht 2:</u> Talfüllungen	
Auelehm	TL/TM/TA
Sand-/Kieslagen	SU*/GU*
<u>Schicht 3:</u> Goldshöfer Sande	
Sand	SE/SU/SU*
bindige Schichten	TM (UL/TL)
<u>Schicht 4:</u> Verwitterungsprofil Opalinuston	TM/TA
<u>Schicht 5:</u> Tonstein Opalinuston (Braunjura)	-
<u>Schicht 6:</u> Ton- und Tonmergelsteine (Schwarzjura)	-

[Tab. 19: Bodengruppen]

Folgende Homogenbereiche werden für die erkundeten Schichten gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten, DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten sowie DIN 18 301 für Bohrarbeiten festgelegt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Literatur- und Erfahrungswerten sowie den Feldbeobachtungen.

- Homogenbereiche H I: bestehende Straßen- und Wegbefestigungen,
 künstliche Auffüllungen, Talfüllungen und Goldshöfer Sande
 (Schicht 1 bis Schicht 3)
- H II: Verwitterungsprofil Opalinuston (Schicht 4)
- H III: Tonstein Opalinuston und Ton- und Tonmergelsteine Schwarzjura
 (Schicht 5 bis Schicht 6)

	H I ¹⁾	H II
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	4 bis 85 Gew.-%	> 85 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	< 5%	0 %
Dichte	1,9 bis 2,0 t/m ³	2,0 t/m ³
undräßierte Scherfestigkeit [c_u]	20 - 60 kN/m ² in nicht bindigen Bereichen nicht relevant	35 - 250 kN/m ²
Wassergehalt [w_n]	7 – 35 %	13 – 31 %
Plastizitätszahl [I_P]	0 – 40 %	35 – 50 %
Konsistenzzahl [I_C]	0,50 – 1,25 in nicht bindigen Bereichen nicht relevant	0,75 – > 1,50
Lagerungsdichte [I_D]	15 – 65 %, in bindigen Bereichen nicht relevant	bindig, daher nicht relevant
organischer Anteil	0 - 8 % (hohe org. Anteile nur lokal)	< 1 %
Abrasivität	nicht abrasiv bis stark abrasiv	nicht bis kaum abrasiv

[Tab. 20: Homogenbereiche I bis II, Lockergestein]

¹⁾ Auf Grund von Inhomogenitäten in künstlichen Auffüllungen können die tatsächlichen Verhältnisse von den angegebenen Werten stark abweichen.

	H III
Benennung von Fels	Tonstein-Tonmergelstein- Wechsellagerung mit Kalksteinlagen
Dichte	2,2 t/m ³
Farbe	dunkelgrau, grau, dunkelgraubraun
Korngröße	feinkörnig
Kalkgehalt	kaum calzitisch bis stark calzitisch
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	stark verwittert bis angewittert, stark veränderlich bis kaum veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²]	Opalinuston verwittert: bis 1,0 Tonstein Opalinuston: 1,0 bis 30 Tst und Tmst Jurensism. / Posidoniensch. : 1,0 bis 50 Kalksteinzwischenlagen : 20 bis > 70 Tonstein Amaltheenton: 1,0 bis 20
Schichtflächenabstand	blättrig bis dickplattig (< 0,5 bis 5 cm)
Kluftabstand	dicht- bis mittelständig
Kluftfüllungen	Ton
Abrasivität	kaum abrasiv bis abrasiv

[Tab. 21: Homogenbereich III Festgestein]

Den bautechnisch relevanten Schichten unterhalb von humosem Oberboden können unter Berücksichtigung der Feldansprache und der Ergebnisse der Ramm- und Drucksondierungen sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Steifemo- dul [MN/m ²] E _{s,k}
	γ	γ'			
Schicht 1: künstliche Auffüllungen ¹⁾					
Auffüllungen bindig, Zustandsform mind. steif	19	9	20	5 - 10	4 - 12 ²⁾
Auffüllungen überwiegend sandig/kiesig, teilweise Tragschichten	20	10	30 - 35	0 - 2	10 - 50 ²⁾
Schicht 2: Talfüllungen					
Auelehm, Schluff, sandig, tonig (SU*, UM, TL, TM Zustandsform weich bis steif, teilweise mit organischen Anteilen	19	9	17,5 - 22,5	5 - 15	4 - 8
Sand-/Kieslagen, schluffig, schwach tonig	19	19	25 - 30	0 - 5	10 - 20
Schicht 3: Formation der Goldshöfer Sande					
Engständige Wechsellagerungen aus Sand-Schluff-Ton Gemischen (locker bis mitteldicht gelagert), bindige Schichten steif - halbfest	19	10	25 - 27,5	8 - 3	6 - 10
Böden überwiegend Sande	19	10	27,5 - 32,5	0 - 5	25 - 40
Schicht 4: Verwitterungsprofil					
Opalinuston					
- Schluff/Ton, Ton, steif bis halbfest	20	10	20 - 22,5	10 - 20	5 - 10
- Ton halbfest bis fest	20	10	25	15 - 25	10 - 15

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Steifemo- dul [MN/m ²]
	γ	γ'	ϕ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
<u>Schicht 5:</u> Tonsteine Braunjura (Opalinuston)					
<u>Opalinuston</u> , entfestigt, sehr mürbe, klein-stückig geklüftet	21	11	25 ³⁾	15 - 25 ³⁾	20 - 35 ⁴⁾
<u>Opalinuston</u> , mürbe,	22	12	25 - 27,5	≥ 25	> 50
<u>Schicht 6:</u> Ton- /Tonmergelsteine					
Schwarzjura					
Schicht 6a: Jurensismergel und	22	12	25 ³⁾	≥ 25 ³⁾	50 - 100
Posidonienschiefer	22	12	25 ³⁾	≥ 25 ³⁾	20 - 80 ⁴⁾
Schicht 6b: Amaltheenton					

[Tab. 21: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾ In der angetroffenen Zusammensetzung.

²⁾ Kennwerte für Auffüllungen abgeschätzt, lokal wechselhaft.

³⁾ Schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c' = 25 \text{ kN/m}^2$ liegt auf der sicheren Seite.

⁴⁾ Im Tonstein können erfahrungsgemäß Schwächezonen (plastifizierte Bereiche) mit geringerem Steifemodul entsprechend dem Übergang zum Tonstein auftreten. Diese Schwächezonen haben keinen Einfluß auf die Gesamtsteifigkeit, können aber lokal für z.B. punktuellen Lasteintrag maßgebend sein.

4.8 Frostepfindlichkeit, Verdichtbarkeit

Die relevanten, d.h. oberflächennah angetroffenen Schichten bzw. die anzunehmenden Aushubböden sind gemäß ZTVE- StB 09, Tabelle 1 der Frostepfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittelfrostepfindlich) und F3 (sehr frostepfindlich) zuzuordnen. Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostepfindlich) treten nur sehr untergeordnet auf.

In der ZTVA-StB 2012, Anhang 1 werden für die jeweiligen Bodengruppen Anhaltswerte für den Geräteeinsatz zur Verdichtung angegeben. Hierbei ist insbesondere die Anzahl der notwendigen Übergänge zu beachten.

Die angetroffen Erdstoffe sind nach Tabelle 4 der DIN 18196 mittel bis stark wasser- und frostempfindlich. Die Erdstoffe neigen bei Wasserzutritt, insbesondere in Verbindung mit dynamischer Beanspruchung, wie z.B. dem Baubetrieb, zum Aufweichen und Verbreiten.

5 FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME

Bei dem Bauvorhaben werden die bestehenden Bahnübergänge Goldshöfe (nördlich des Bahnhofs Goldshöfe) und Wagenrain (südlich des Bahnhofs) rückgebaut. Die Baumaßnahme umfasst eine Brücke über die bestehenden Bahngleise (Bauwerk 01). Die Widerlager werden östlich und westlich der bestehenden Gleisanlage sowie bei der geplanten Zufahrt zum Bahnhofsgelände nördlich zwischen den Gleisen errichtet. Zwischen den Gleisen sind 3 Stützpfeiler vorgesehen. An das Brückenbauwerk schließen nördlich, östlich und westlich insgesamt 3 Dämme an. In den westlichen Damm werden auf der Nordseite zum Firmengelände des bestehenden Asphaltwerks (AMO-Gelände) Schüttboxen (Bauwerk 02) integriert. Vor den Schüttboxen ist auf eine Breite von etwa 5 m eine mit Asphalt befestigte Fläche vorgesehen. Der weitere Vorbereich AMO-Gelände soll „lose“ befestigt werden. Die Straßenbaumaßnahmen umfassen eine Anbindung an die Kreisstraße K 3335 Richtung Aalen/Goldshöfe sowie deren teilweisen Umbau, eine Anbindung an die Kreisstraße K 3330 Richtung Hüttlingen mit Errichtung eines Kreisverkehrs und Umbau Richtung Ellwangen, eine parallel zu den Gleisen verlaufende Anbindung nach Wagenrain und eine Zufahrt zum bestehenden Bahnhofsvorplatz. Zudem wird im Zuge der Errichtung des westlichen Dammbauwerks die Umlegung einer Gasleitung notwendig.

Für die Bauwerke werden auf Grund der geologischen Verhältnisse Tiefgründungen und im Bereich der Dämme Maßnahmen zur Untergrundstabilisierung erforderlich (siehe folgende Angaben).

In den nachfolgenden Angaben/Empfehlungen für die geplante Baumaßnahme wird von folgendem prinzipiellen Bauablauf ausgegangen:

1. Umlegung der Gasleitung sowie Tiefgründung/Errichtung der Schüttboxen und Errichtung des Vorbereichs
2. Bodenabtrag im Bereich Dammbauwerke
3. Bodenverbesserung der Aufstandsflächen
4. Errichtung der Arbeitsebenen (untere Schotterlage)
5. Herstellung der Bohrpfähle für Brücke
6. Errichtung der Brücke
7. Herstellung einer vermörtelten Rüttelstopfverdichtung im Übergang Pfähle/Damm

8. Ausführung einer Rüttelstopfverdichtung im Dammbereich
9. Herstellung der Dränschicht Damm (obere Schotterlage)
10. Dammschüttung
11. Straßenbau

5.1 Bauwerk 01 (Brücke)

Das Brückenbauwerk ist nördlich des bestehenden Bahnhofsgebäudes in Ost-West Richtung über die bestehenden Bahngleise geplant. Nach der uns vorliegenden Planung besitzt die Brücke eine Länge von rd. 77 m und eine Breite von rd. 12 m.

Das Bauwerk 01 liegt aus geologischer Sicht zum Großteil im Bereich der Talfüllungen, die von künstlichen Auffüllungen überdeckt werden. Im Bereich des östlichen Widerlagers schließen an die Talfüllungen die Schichten der Goldshöfer Sande an. Unter allen vorgenannten Schichten liegt das Verwitterungsprofil des Braunjura und die Schichtfolgen der Festgesteine des Braun- und Schwarzbjura zur Tiefe. Im Schnitt in der Anlage 4.3 ist der Schichtverlauf schematisch dargestellt. Es handelt sich bei den Schichtgrenzen um eine Interpretation/Extrapolation anhand der Erkundungsergebnisse.

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen sind die Fundamentunterkanten der Widerlager und der Stützen bei 467,40 m ü. NN geplant und liegen damit größtenteils in künstlichen Auffüllungen und oberhalb von teilweise weichplastischen Auelehmen der Talfüllung. Östlich der Gleise ist in der Gründungstiefe mit sandigen sowie bindigen Schichten der Goldshöfer Sande zu rechnen.

Die festgestellten inhomogenen künstlichen Auffüllungen und bindigen Auelehmböden stellen keinen ausreichend tragfähigen Baugrund zur Gründung dar. Durch eingeschaltete bindige Schichten in den Goldshöfer Sanden sind diese von ihrem Setzungsverhalten und ihrer Tragfähigkeit ebenfalls als ungünstig für dieses Bauwerk einzustufen.

Die Gründung ist daher, wie bereits in Vorüberlegungen mit den Planern abgestimmt, mit Bohrpfählen nach DIN EN 1536 auszuführen. Diese zeichnen sich durch hohe Tragfähigkeiten aus. Zudem können sie im Hinblick auf die Lage neben der Gleisanlage im erschütterungsarmen Drehbohrverfahren hergestellt werden. Die abzutragenden Lasten können durch die Wahl des Pfahldurchmessers und einer entsprechenden Felseinbindung gut angepasst werden.

Für die Pfahlgründung wird unter Beachtung der vom Statiker seinerzeit für das vorherige Gutachten angegebenen Lastgröße eine Vorbemessung für Bohrpfähle $\varnothing$ 62 cm und $\varnothing$ 88 cm mit dem Programm GGU-AXPILE, Version 7,02 durchgeführt. Es wird ein Absetzen der Gründungspfähle mindestens in den Festgesteinen des Braunjura (Opalinuston) mit einer Einbindetiefe von mind. 1,0 m bis 1,5 m erforderlich.

Für die Berechnung werden orientiert an den Angaben der EA-Pfähle folgende Bruchwerte für die Mantelreibung und den Spitzendruck für die Bohrpfähle angesetzt:

Schichtbereich	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Spitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m ²]
<u>Schicht 1:</u> künstliche Auffüllungen	0	----
<u>Schicht 2:</u> Talfüllungen	0	----
<u>Schicht 3:</u> Formation der Goldshöfer Sande	0	----
<u>Schicht 4:</u> Verwitterungsprofil Opalinuston	50	----
<u>Schicht 5:</u> Tonsteine Braunjura Opalinuston	90	1.600
<u>Schicht 6:</u> Ton- /Tonmergelsteine Schwarzjura Schicht 6a: Jurensismergel und Posidonienschiefer Schicht 6b: Amaltheenton	300 150	3.500 2.000

[Tab. 22: charakteristische Werte für Mantelreibung und Spitzendruck für Bohrpfähle (Bruchwerte)]

Die Ergebnisse der Vorbemessungen sind als Anlage 6.1 und 6.2 beigelegt. Demnach können Druckpfähle mit einem Pfahldurchmesser von 62 cm bei Pfahllängen von rd. 8,5 bis 13,5 m unter der Fundamentunterkante/Sohle charakteristische Einwirkungen von etwa 550 bis 1.750 kN aufnehmen. Mit einem Pfahldurchmesser von 88 cm erhöhen sich die möglichen charakteristischen Einwirkungen bei den vorgenannten Pfahllängen auf etwa 950 bis 2700 kN. Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen reichen dabei bei beiden Durchmessern für den betrachteten Einzelpfahl bis etwa 1 cm.

Infolge der nach den vorliegenden Planunterlagen zum Teil räumlichen Nähe der Pfähle ist bei der endgültigen Bemessung die gegenseitige Beeinflussung (Pfahlgruppenwirkung) gemäß EA-Pfähle zu beachten. Entsprechend sind für die tatsächlichen Bauwerkspfähle höhere Setzungsbeträge anzunehmen, die jedoch selbst bei einer prognostizierten Verdopplung oder Verdreifachung in einem i.d.R. akzeptablen Rahmen liegen

Die endgültige Lage, Anzahl und Tiefe der Pfähle ist durch den Statiker festzulegen.

Die Absetztiefe benachbarter Pfähle muss so gewählt werden, dass unter einer idealisierten Lastausbreitung von 45° unterhalb des Pfahlfußes kein anderer Pfahlschaft tangiert wird. Anderenfalls wären die Pfähle zu verlängern oder der ungünstige Lasteinfluss auf den angrenzenden Pfahl zu berücksichtigen.

Durch eine nachlaufende Dammschüttung können sich Setzungen im Bereich der Pfähle durch eine sog. Negative Pfahlmantelreibung einstellen, was bei der Pfahlbemessung entsprechend zu beachten ist.

Bei Beachtung der vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen und bei fachgerechter Ausführung führen Setzungen in o.g. Größenordnung und entsprechende Setzungsdifferenzen im Zentimeterbereich nicht zu Schäden an der Konstruktion und liegen im normalen Bereich. Leichte, die Standicherheit nicht beeinträchtigende Verformungen und Risse, z.B. im Übergang von gering belasteten Bereichen zu hoch beanspruchten Bauteilen, sind mit Sicherheit nicht ganz auszuschließen und üblicherweise mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Fundierung und Konstruktion in Kauf zu nehmen. Die Verformungen sind insbesondere hinsichtlich der Nutzung und dem Übergang zum Damm planerisch zu berücksichtigen.

Die Pfähle sind auf Grund des z.T. druckhaft festgestellten Grundwassers ggf mit Wasserauflast herzustellen.

5.2 Straßendämme und Einschnittsbereiche

5.2.1 Geplante Anschlussdämme und Auffahrtsrampen zum Brückenbauwerk

Als Zufahrten zu dem Brückenbauwerk sind nördlich, westlich und östlich der Brücke (Achse 20 sowie Achse 30 und Achse 40) Dammbauwerke als Auffahrtsrampen mit Höhen bis ca. 8 m über GOK geplant. Die Auffahrtsrampen besitzen eine planmäßige Böschungsneigung von 1:1,5 und werden entlang der Dammfüße durch eine Entwässerungsmulde begrenzt.

Damm Achse 20 – Auffahrtsrampe K3335: Parallel zu der 7 m breiten Kreisstraße wird hier der Fahrradweg mitgeführt, so dass die Dammkrone eine mittlere Breite von ca. 14,50 m besitzt. Im Bereich der Auffahrt Wagenrain (Achse 40), die im westlichen Teil des Dammes an die Auffahrt der K3335 anschließt, verbreitert sich der Damm durch die zweite Trassenführung mit den dazwischen liegenden Böschungen auf einer Länge von ca. 140 m. Der östlich an die Brücke anschließende Damm besitzt eine Länge von 270 m.

Damm Achse 30: Mit der hier 5,50 m breiten Fahrbahn ergibt sich eine Kronenbreite von 8,50 m für die Auffahrtsrampe auf die Brücke. Die Dammlänge beträgt ca. 150 m.

5.2.2 Bewertung der Untergrundverhältnisse im Bereich der Straßendämme

Die Untergrundverhältnisse unterhalb der Dammaufstandsflächen bestehen bis zur Oberkante der aufgewitterten Festgesteine aus zumeist bindigen Böden mit geringer Scherfestigkeit und hoher Setzungsempfindlichkeit. Maßgebend sind hier die stark setzungsfähigen, überwiegend bindig dominierten Bodenschichten der Talauefüllungen, die bereichsweise organische Beimengungen bis 10 % enthalten sowie die in Bezug auf die Bodenarten stark wechselnden Goldshöfer Sande, bei denen teilweise schluffig-tonige Schichten dominieren. Über diesen Schichten wurden in zahlreichen Aufschlüssen künstliche Auffüllungen erbohrt, die ebenfalls als setzungsempfindlich einzustufen sind, wenn sie einen hohen Anteil an feinkörnigen, bindigen Bestandteilen enthalten.

Im geländenahen Tiefenbereich bis ca. 6 m sind diese Schichten mit vergleichsweise geringen Steifemodulen als stark setzungsfähig einzustufen. Darunter nimmt die Steifigkeit der Böden in den Verwitterungsschichten des Opalinustons auf überwiegend halbfeste und zur Tiefe hin zunehmend feste Verhältnisse zu. Die Oberkante der aufgewitterten Tonsteine des Opalinustons werden in der Regel in Tiefen von 8 m bis 12 m erreicht.

In den Schnitten in den Anlagen 4.1 und 4.2 ist der Aufbau des Untergrundes schematisch dargestellt. Es handelt sich bei den Schichtgrenzen um eine Interpretation/Extrapolation anhand der Erkundungsergebnisse.

5.2.3 Ergebnisse der Setzungsberechnungen für Straßendämme

Aus den Untergrundverhältnissen ergeben sich aus den exemplarischen, flächenhaften Setzungsberechnungen für den Damm Achse 30 sowie für den Damm der Auffahrtsrampe K3335 (Achse 20, Westseite) mit Anschlussstraße Wagenrain infolge der großflächigen Dammschüttungen mit hohen Auflasten bis zu 160 kN/m^2 rechnerische Setzungen von 16 cm bis 22 cm (siehe Anlage 6.3 und 6.4). Zudem ergibt sich eine Gefährdung der Standsicherheit für die Straßendämme infolge der im Untergrund erbohrten Weichschichten, die als Gleitschichten wirken können. Hierbei wurden nur die ständigen Lasten aus der Dammschüttung selbst angesetzt. Verkehrslasten wurden nicht als setzungserzeugend berücksichtigt.

5.2.4 Baugrundverbesserung im Untergrund der Straßendämme

Zur Verringerung des Setzungsmaßes sowie zur Erhöhung der Scherfestigkeit des Untergrundes gegen Geländebruch wird eine flächenhafte Baugrundverbesserung durch Herstellen von säulenförmigen Kies/Schotterkörpern im Raster unterhalb der Aufstandsfläche der Straßendämme vorgeschlagen, soweit diese eine Dammhöhe von 1 m überschreiten. Durch das Herstellen der mit Grobkorn gefüllten Säulen wird einerseits die Gesamtsteifigkeit des Untergrundes sowie die Scherfestigkeit des Bodens gegen Böschungs- und Geländebruch erhöht und andererseits eine schnellere Konsolidierung der bindigen Böden mit Beschleunigung der Setzungen erreicht. Das Ausmaß der Baugrundverbesserung ist dabei neben der erforderlichen Tiefe von dem Flächenverhältnis der Säulenflächen zur Gesamtfläche des Baugrundes abhängig.

Die Baugrundverbesserung durch das Herstellen von Schottersäulen in den setzungsempfindlicheren Schichten des Untergrundes kann durch verschiedene Verfahrenstechniken, z.B. als Rüttelstopfverdichtung oder als Rammschottersäulen, erfolgen. Bei beiden Verfahren wird jeweils ein Hohlraum im Boden durch Einvibrieren eines Aufsatzrüttlers oder Schleusenrüttlers bis zur erforderlichen Tiefe der Baugrundverbesserung hergestellt, indem der umgebende Boden verdrängt wird. Dieser Hohlraum wird beim Ziehen des Rüttlers mit scherfestem Splitt/Schottermaterial lagenweise verfüllt und verdichtet, so dass hierdurch eine vertikale grobkorngefüllte Säule entsteht.

Da die Tragfähigkeit des mit Schottersäulen verbesserten Baugrundes mit zunehmendem flächenmäßigem Anteil der Säulen gegenüber dem weichen Baugrund steigt, sind das erforderliche Rastermaß in dem die Säulen hergestellt werden sowie der herstellbare Säulendurchmesser die wesentlichen

Kriterien für die letztendliche Bemessung und Festlegung durch den Tragwerksplaner bzw. das Spezialtiefbauunternehmen.

Das Ausmaß der Baugrundverbesserung als Erhöhungsfaktor der Bodensteifigkeit sowie der Scherfestigkeit gegenüber Geländebruch können mit dem Verfahren nach *Heinz J. Priebe „Die Bemessung von Rüttelstopfverdichtungen“*, *Bautechnik 72 (1995), H. 3* rechnerisch abgeschätzt werden.

Durch Einvibrieren mittels Aufsatzrüttler oder Schleusenrüttler sind bei weicheren Böden größere Säulendurchmesser erreichbar, als bei steifen tonigen Böden, in denen nur eine geringere Verdrängung möglich ist, so dass bei geschichteten Böden mit wechselnder Steifigkeit unterschiedliche Säulendurchmesser erreicht werden. Die obere Grenze der Eindringbarkeit liegt nach Literaturangaben bei einer undrnierten Scherfestigkeit zwischen 50 kN/m^2 bis 100 kN/m^2 .

Wird eine hohe Setzungsreduzierung und Steifigkeitserhöhung erforderlich, wie dies bei den vorliegenden Dämmen der Fall ist, dann wird es bei steifen tonigen Böden erforderlich, dass zunächst ein Hohlraum vorgebohrt wird und erst danach mittels Rüttler eine weitere Verdrängung des Hohlraumrandes beim Einbringen des Schotters erzeugt wird. Durch das Vorbohren wird zudem gewährleistet, dass lokal oder lagenweise noch festere Schichten mit den Säulen bis zur planmäßigen Tiefe durchdrungen werden können.

5.2.5 Ergebnisse der Setzungsberechnungen für Straßendämme mit Baugrundverbesserung

Im vorliegenden Fall stehen geländenah als stark setzungsempfindliche Böden die wechselnd sandig-schluffig tonigen Schichtfolgen der Talaueablagerungen (Schicht 2) und der ebenfalls oftmals bindig geprägten Goldshöfer Sande (Schicht 3) an. Die darunter anstehenden zum Teil lediglich steifen Schichten des Opalinus-Verwitterungstons (Schicht 4) besitzen ebenfalls nur eine geringe Steifigkeit und Scherfestigkeit und müssen ebenfalls mit verbessert werden. Daraus ergeben sich in Abhängigkeit von der örtlichen Schichtung Tiefen für die Baugrundverbesserung von rd. 4,5 m bis 6 m. Planerisch sollte daher eine Baugrundverbesserung mit einer Säulentiefe bis 6 m u. GOK vorgesehen werden.

Die Steifigkeit des Verwitterungstons nimmt mit der Tiefe zu, so dass zwar weiterhin ein Setzungspotential in diesen Schichten besteht, welches aber auf Grund der zunehmenden Steifigkeit und der begrenzten Eindringtiefe einer Rüttelstopfverdichtung in diesen Schichten weiterhin aktiv bleibt.

Abschätzung der Setzungsreduzierung mittels Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung

Für die Auffahrtsrampe der Achse 30 sowie für die mit der Auffahrt Wagenrain verbreiterten Dammschüttung der K3335 (Achse 20, Westseite) wurden exemplarische Setzungsberechnungen durchgeführt (vgl. oben). Die Ergebnisse sind auf Grund der ähnlichen geometrischen und bodenmechanischen Verhältnisse sinngemäß auch auf den Damm Achse 20, Ostseite übertragbar.

Hierbei ergaben sich ohne Baugrundverbesserung maximale Setzungsbeträge zwischen rd. 16 cm und 22 cm. Für die beiden Dämme wurden daher ergänzende Berechnungen unter Ansatz einer Rüttelstopfverdichtung mit verschiedenen Ansätzen für die Säulenraster und den Säulendurchmesser als wesentliche Einflussfaktoren für die erzielbare Erhöhung der Bodensteifigkeit nach den Berechnungsansätzen von *Priebe* durchgeführt.

Aus den Variationsrechnungen ergab sich ein erforderliches, sehr enges Säulenraster von ca. 1,3 m im Dreiecksraster, bei einem anzustrebenden Säulendurchmesser von 65 cm. Da dieser in den steifen tonigen Bodenschichten voraussichtlich durch Einvibrieren des Rüttlers sich nicht erreichen lässt, ist davon auszugehen, dass zusätzlich zum Einvibrieren ein Hohlraum zunächst durch Vorbohren hergestellt werden muss. Für das alternative Verfahren der Rammschottersäulen bedeutet dies, dass hier voraussichtlich das Verfahren der Herstellung von Bohrrammsäulen zur Anwendung kommen müsste.

Mit dem vorgenannten Verhältnis von Säulenfläche zu Baugrundfläche von 0,217 ergibt sich ein Verbesserungsfaktor von ca. 1,7. Die flächenhaften Setzungen werden damit auf ca. 10 cm reduziert. Hierbei beträgt der Anteil der Setzungen des verbesserten Bodenpaketes ca. 5 cm, während die nicht beeinflussten Bodenschichten unterhalb der Baugrundverbesserung ebenfalls noch maximale Setzungen von 5 cm erfahren. Auf Grund der Wirkung von Schottersäulen als Vertikaldrän ist eine wesentliche Beschleunigung der Setzungsgeschwindigkeit durch Konsolidierung - im Vergleich zu einer Ausführung ohne vergleichbare „Bauteile“- zu erwarten, so dass davon ausgegangen werden kann, dass im Bereich der verbesserten Bodenschichten ca. 70 % der Setzungen innerhalb von rd. 3 Monaten abgeschlossen sind. Damit verbleibt ein längerfristiges Restsetzungsmaß von mehreren Zentimetern auch nach Abschluss der Dammschüttung. Diese Restsetzung ist planerisch zu berücksichtigen. Für den Anschluss des Brückenwiderlagers an den Damm wird davon ausgegangen, dass hier jeweils Schleppplatten im Übergangsbereich erforderlich werden. Ebenfalls sollte die Fahrbahn möglichst spät aufgebracht werden. Die Setzungsberechnungen sind als Anlagen 6.5 und 6.6 beigelegt.

Steifigkeitserhöhung der Bodenauffüllungen innerhalb der Brückenwiderlagerflügel

Am Übergang zum Brückenwiderlager besitzen die Straßendämme eine Gesamthöhe von ca. 8 m über anstehendem Gelände. Gemäß vorliegender Planung werden die Widerlager als U-förmige Gründungstreifen auf Pfählen ausgebildet, zwischen denen ein durch Boden aufzufüllender Hohlraum mit einer Breite von 5,80 m verbleibt, der bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen vergleichbare Setzungen (vgl. oben) wie die umgebende Dammschüttung erfährt. Die auch mit setzungsreduzierender Baugrundverbesserung zu erwartenden Setzungen der Dammschüttung liegen bei ca. 10 cm.

Zur Angleichung der Setzungen der Bodenschüttung innerhalb des Widerlagerbauwerks mit den auf Pfählen gegründeten Widerlagerfundamenten wird vorgeschlagen, die im Dammbereich vorgeschlagenen Rüttelstopfverdichtung bis innerhalb der Widerlagerflügel weiterzuführen. Innerhalb der Widerlagerflügel und im unmittelbar angrenzenden Bereich sollten die Stopfsäulen vermörtelt werden, um pfahlartige Gründungskörper mit höherer Steifigkeit gegenüber den Rüttelstopfsäulen aus Schotter zu erzeugen. Während die nichtvermörtelten Schotterstopfsäulen im Zusammenwirken mit dem umgebenden Boden nur eine Teillast übernehmen, übernehmen die steiferen pfahlartigen Gründungssäulen den wesentlichen Lastanteil und übertragen ihn in tiefere Bodenschichten. Über den im engen Raster gestellten pfahlartigen Gründungskörpern ist in Anlehnung an die Untersuchungen von *Dirk Zaeske, Zur Wirkungsweise von unbewehrten und bewehrten mineralischen Tragschichten über pfahlartigen Gründungselementen Schriftenreihe Geotechnik der Universität Kassel, Heft 10, 2001* die weitere Verfüllung/Hinterfüllung des Widerlagers mit einer scherfesten, nichtbindigen, verdichteten Schottertragschicht oder mit einer mit Bindemittel verbesserten Widerlagerhinterfüllung zu überschütten, so dass die Lasten aus der Bodenauffüllung innerhalb des Widerlagers durch Gewölbewirkung auf die pfahlartigen Gründungssäulen übertragen werden und hierdurch die Setzungsdifferenzen zwischen Widerlagerbauwerk und Widerlagerhinterfüllung minimiert werden.

5.2.6 Vorschlag für Flächendrän über der Dammaufstandsfläche

Auf Grund der Wirkung von Schottersäulen als Vertikaldrän kann es im Zuge der Konsolidierung der bindigen Weichschichten zu einem Auspressen von Porenwasser sowie zu einem Anstieg von gespanntem Grundwasser kommen. Die Dammaufstandsfläche ist daher durch Bindemittel zu verbessern und in Dachform mit Gefälle zu den seitlichen Entwässerungsmulden herzustellen. Darüber ist eine Schottertragschicht als Flächendrän mit einer Mindestdicke von 0,4 m einzubauen, um anfallendes Wasser in die seitlichen Entwässerungsmulden abzuleiten. Eine entsprechende hydraulische Verbindung mit gesicherter Vorflut ist entsprechend herzustellen.

Das so hergestellte Niveau aus Bodenverbesserung und Dränschicht dient gleichzeitig als Arbeitsebene für die Pfahlarbeiten und die Arbeitsebene Stopfverdichtung.

5.2.7 Einschnittsbereiche

Im Zuge der Neuverlegung der K3335 sind neben den Straßendämmen für die Anrampungen zur Brücke hin auch Einschnittsbereiche erforderlich. Die Einschnittshöhen betragen max. 3,50 m. Die Böschungsneigungen sind mit 1: 1,5 geplant.

Innerhalb der Einschnittsbereiche wurden auf Grund der fehlenden örtlichen Zugänglichkeit keine direkten Baugrundaufschlüsse durchgeführt bzw. im Bereich des Sandabbaus der Fa. Gaab (Einschnitt Achse 20 zwischen ca. km 0+005 bis km 0+130) lag der Ansatzpunkt der Bohrsondierung in einem bereits ausgehobenen Bereich und damit auf einen Höhenniveau unterhalb des Ursprunggeländes. Auf Grund der vorliegenden Erkundungsergebnisse ist davon auszugehen, dass die Einschnittsbereiche innerhalb der sandig-schluffig-tonigen Schichten der Goldshöfer Sande liegen. Im vorgenannten Bereich im Sandabbau können zudem Umlagerungen der natürlich anstehenden Erdstoffe erfolgt sein. Die Schichten der Goldshöfer Sande sind nach der Freilegung stark witterungs- und erosionsempfindlich. Bereichsweise ist mit örtlichen punktuellen oder linienhaften Schichtwasserzutritten zu rechnen, die in den Böschungen zu Erosionen führen können.

Die Böschungen sind zum Schutz vor Erosion dauerhaft zu begrünen. Hierfür kommt z.B. die Anbringung von Saatgutmatten in Frage. Gegebenenfalls wird bei dauerhaftem Wasserzutritt die Anbringung von grobkörnigen Auflastfiltern mit dauerhafter Entwässerung notwendig.

5.2.8 Standsicherheit der Straßendämme auf weichem Untergrund

Im Zusammenhang der Herstellung des Bauwerks 01 sind insgesamt 3 Straßendämme in den Achsen 20 und 30 als Auf- und Abfahrtsrampen zu der Brückenüberführung der Bahnline geplant. Diese erreichen maximale Dammhöhen von rd. 8 m. Die Böschungsneigungen sind entsprechend den üblichen Straßenbaurichtlinien mit steilen Neigungen 1:1,5 (33,5°) geplant.

Auf Grund der großen Dammhöhe wurden rechnerische Standsicherheitsabschätzungen für die geplante Böschungsneigung durchgeführt, um die erforderlichen Kennwerte der Scherfestigkeit, die für die Schüttung erreicht werden müssen, zu ermitteln. Die Untersuchungen erfolgen exemplarisch für den Damm in Achse 30 für eine Höhe von 8,0 m. Dieser besitzt eine Fahrbahnbreite von 5,50 m mit jeweils 1,5 m breiten Bankettstreifen. Die Ergebnisse sind auf die anderen Böschungsbereiche sinngemäß übertragbar.

Für die Verkehrslasten wurde auf der Hauptspur eine Verkehrslast von $p_1 = 40 \text{ kN/m}^2$ angesetzt. Auf der 2. Spur wurde eine Verkehrslast von $p_2 = 20 \text{ kN/m}^2$ angesetzt,

Auf Grund des gering scherfesten Untergrundes und der anstehenden, zum Teil weichen Bodenschichten im Untergrund können diese als Gleitschichten wirken und die Standsicherheit ungünstig beeinflussen. Daher sind einerseits Nachweise gegen Böschungsbruch (Untersuchung von Gleitlinien bis zur Unterkante des geschütteten Dammes (Geländekante) sowie Nachweise gegen Geländebruch unter Einschluss von Gleitlinien im Untergrund zu prüfen.

Berechnungen (hier nicht beigelegt) für eine Dammschüttung mit den anstehenden Böden der Goldshöfer Sande (Sand-Schluff-Ton-Gemische) sowie den anstehenden sandig-schluffig-tonigen Talaufüllungen ohne Bodenverbesserung ergeben keine zulässigen Ausnutzungsgrade für die Standsicherheit des Dammes.

Soweit anstehendes Bodenmaterial, z. B. aus den Aushubbereichen verwendet werden soll, muss dieses mit Bindemitteln so verbessert werden, so dass die erforderlichen Scherfestigkeitskennwerte (s.u.) dauerhaft erreicht werden.

Für die rechnerischen Nachweise wird davon ausgegangen, dass unter der Dammgrundfläche die tiefen Baugrundverbesserung der Bodenschichten bis ca. 6 m u. GOK durch Rüttelstopfverdichtung vorhanden ist und der Anteil an scherfesten Schottersäulen eine Erhöhung der Scherfestigkeit des Untergrundes bewirkt. Der Ansatz für die dadurch bewirkte Erhöhung der Scherfestigkeit erfolgt nach *Priebe*. Diese bewirkt eine Erhöhung des Reibungswinkels, während bei bindigen Schichten durch die Schottersäulen gleichzeitig eine Reduktion der nutzbaren Kohäsion bewirkt wird.

Für den Ansatz der Scherfestigkeitserhöhung durch eine Baugrundverbesserung mit Schottersäulen wird von einem Säulenabstand von max. 2 m im Dreiecksraster und einem Säulendurchmesser von 0,6 m ausgegangen. Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm Stability der Fa. GGU, Version 13.03/2019 für kreisförmige Gleitlinien nach dem Verfahren von *Bishop* sowie für polygonale Gleitlinien nach *Janbu*, um den Einfluss dünner weicher Bodenschichten mit zu erfassen. Die Berechnungsergebnisse in Anlage 6.7 bis 6.9 ergeben, dass dünne weiche Bodenschichten im Untergrund für die Standsicherheit maßgebend werden können.

Aus den rechnerischen Nachweisen ergeben sich für die erforderliche Scherfestigkeit der Dammschüttung folgende Mindestwerte, um die Standsicherheit zu erreichen:

Variante 1: bindemittelverbesserter bindiger Boden

Reibungswinkel $\varphi \geq 22,5^\circ$

Kohäsion $c \geq 20 \text{ kN/m}^2$

Variante 2: bindemittelverbesserter gemischtkörniger Boden

Reibungswinkel $\varphi \geq 25^\circ$

Kohäsion $c \geq 15 \text{ kN/m}^2$

Variante 3: bindemittelverbesserter gering schluffiger Sand

Reibungswinkel $\varphi \geq 30^\circ$

Kohäsion $c \geq 8 \text{ kN/m}^2$

Die Dammschüttung muss lagenweise verdichtet hergestellt werden. Es sind die Vorgaben der ZTV E-StB zu beachten. Die einzelnen Lagen sollten eine Schütthöhe von 30 cm nicht überschreiten. Der Damm ist beiderseits mind. 1 m über das Sollprofil hinaus zu schütten und auf gesamter Breite zu verdichten. Die über das Sollprofil hinaus eingebauten Erdstoffe sind böschungsschonend wieder abzutragen und für die weitere Dammschüttungen zu verwenden.

Die Verdichtungsleistung im Damm ist gemäß aufzustellendem Prüfplan mit Eigen- und Fremdüberwachungen nachzuweisen. Es ist im gesamten Schüttkörper ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} 100\%$ bis Planumsniveau nachzuweisen.

5.3 Bauwerk 02 (Schüttboxen) und Vorplatz

Die geplanten Schüttboxen sind an der Nordseite des westlichen Dammbauwerks in den Damm integriert. Nach der uns vorliegenden Planung besitzen die Schüttboxen eine Länge von rd. 60 m und eine Breite von rd. 10 m. Die Oberkante Sohle Schüttboxen liegt bei 468,38 m ü. NN. Nach Auskunft des G+H Ingenieurteam ist vor dem Schüttboxbauwerk ein etwa 5 m breiter Streifen mit Asphaltbefestigung (Anfahrtbereich) vorgesehen. Der weitere Vorbereich ist als unbefestigte Schotterfläche vorgesehen.

Das Bauwerk liegt neben künstlichen Auffüllungen aus geologischer Sicht hauptsächlich über den Schichten der Goldshöfer Sande. An der östlichen Seite schließen zudem die Schichten der Talfüllungen an. Zudem liegt im Bereich der Schüttboxen und des Vorbereichs eine Senke mit einer Tiefe von etwa 1,0 m bis 1,5 m im Bezug auf das umliegende Gelände. Die Ausdehnung der Senke ist in

dem Lageplan in der Anlage 1.2 ersichtlich. Auf Grund der fehlenden örtlichen Zugänglichkeit konnten in der Senke keine Baugrundaufschlüsse durchgeführt werden. Nach Angaben der G+H Ingenieure berichten Zeitzeugen, dass es sich bei der Senke um einen ehemaligen Teich handelt, in dem evtl. auch Verfüllungen stattgefunden haben. Es muss davon ausgegangen werden, dass im Bereich der Senke nicht ausreichend tragfähiger Untergrund ansteht. Zur Tiefe folgt der bereits beschriebene Schichtaufbau des Braun- und Schwarzjuras mit überlagerndem Verwitterungsprofil. Der Schnitt in der Anlage 4.4 zeigt den Schichtverlauf (ohne Darstellung der Senke) schematisch. Es handelt sich bei den Schichtgrenzen um eine Interpretation/Extrapolation anhand der Erkundungsergebnisse.

Durch die Lage der Schüttboxen im Damm haben die Dammsetzungen einen Einfluss auf das Bauwerk. Nach obigen Berechnungen (vgl. Abschnitt 5.2) liegen die zu erwartenden rechnerischen Setzungen des Dammes im Bereich der Schüttboxen mit tief reichender Bodenverbesserung bei etwa 1 bis 6 cm mit dementsprechenden Setzungsdifferenzen. Durch Mitnahmesetzungen können an dem Bauwerk mit der dazugehörigen Stützwand daher bauwerksunverträgliche Verformungen auftreten. Wir empfehlen daher die Schüttboxen mit Stützwand analog zu dem Bauwerk 01 auf Bohrpfählen zu gründen. Angaben zu den Pfählen können dem Abschnitt 5.1 entnommen werden.

Auf Grund der Notwendigen Tiefgründung ist, wie derzeit noch diskutiert, eine Sohlausbildung der Schüttboxen mit Asphalt nicht zweckmäßig. Es ist daher eine Stahlbetonsohle vorzusehen, die freitragend auszubilden ist.

Im Bereich der geplanten Asphaltfläche vor der Schüttbox sind durch das Dammbauwerk nur noch Setzungen in einer Größenordnung um 1 bis 2 cm zu erwarten. Die Asphaltfläche wird mit schwerem Baugerät befahren werden. Vorbehaltlich genauerer Angaben empfehlen wir daher, die Ausbildung des gebundenen und ungebundenen Oberbaus gemäß der Belastungsklasse Bk 3,2 nach RStO 12 auszuführen. Hierfür wird mit der relevanten Frosteinwirkungsklasse und Frostepfindlichkeitsklasse (vgl. Abschnitt 5.5) ein Gesamtaufbau von 65 cm notwendig. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Voraussetzung hierfür ist, dass das Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aufweist. Dies ist nach den Erkundungsergebnissen im Bereich der Schüttboxen nicht gegeben, womit eine Stabilisierung des Untergrundes notwendig wird. Im Bereich ausserhalb der Senke wird hierfür ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von rd. 40 cm notwendig werden. Innerhalb der Senke ist die Geländeaufhöhung derart auszuführen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Planums erforderlich werden. Eventuell muss unterhalb der Verfüllung der Senke bei Auftreten von

Weichschichten oder alten Verfüllungen ein weiterer Bodenaustausch oder eine Stabilisierung mit Schroppen erfolgen. Dies ist mit dem Baugrundgutachter im Zuge der Bauausführung abzustimmen.

Die Asphaltfläche schließt nach obiger Empfehlung an ein tiefgegründetes Bauwerk an, so dass im Übergang Bauwerk zu Asphaltfläche Setzungsunterschiede, insbesondere während der Eigenkonsolidierung des Dammes, auftreten können. Wir empfehlen daher die Befestigung mit einem gebundenen Oberbau, für den Zeitraum in dem die Setzungen des Dammes ablaufen, zurückzustellen und den Asphalt zuerst durch Schottermaterial zu ersetzen. Auftretende Verformungen können in diesem Fall einfacher nachgebessert werden. Nach Abklingen der Dammsetzungen wird dann der obere Schotterbereich abgezogen, die Frostschutz-/Tragschicht nachverdichtet und der Asphalt aufgebracht. Sollte die Fläche gleich asphaltiert werden, wären entsprechende Nachbesserungen einzuplanen.

Der weitere Vorplatz kann mit einem analogen Aufbau (Bodenaustausch/Schottertragschicht) mit gleichen Mächtigkeiten hergestellt werden. Leichte Verformungen an der Oberfläche sollten hier unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten außerhalb der Asphaltfläche in Kauf genommen werden. Eventuell müssen einzelne Bereiche zu einem späteren Zeitpunkt nachgeschottert werden.

5.4 Umverlegung der Gasleitung

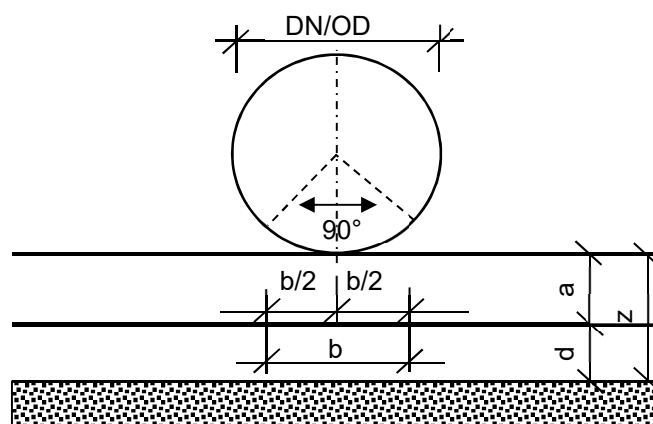
Unterhalb des zukünftigen westlichen Dammbauwerks ist eine bestehende Gashochdruckleitung vorhanden, die im Vorfeld der Baumaßnahme umverlegt werden muss. Eine detaillierte Planung der Gasleitungsumlegung liegt nicht vor. Die genaue Trasse befindet sich derzeit noch in planerischer Diskussion. Nach der momentan vorliegenden Planung umläuft die Leitungstrasse das westliche Dammbauwerk und liegt an der West- und Südseite des Dammes am Dammfuß. Nach Angaben des G+H Ingenieurteam ist die Verlegung einer Leitung DN 300 in einer Tiefe von etwa 1,0 bis 1,5 m u. Gel. geplant.

Aus dem Bereich der geplanten Leitungstrasse liegen keine direkten Aufschlüsse vor. Nach den Untersuchungsergebnissen der umliegenden Erkundungen ist am Anfang und Ende der Leitungstrasse in der o.g. Verlegetiefe mit den überwiegend bindig vorliegenden Schichten der Talaue zu rechnen. Hier können weichplastische Auelehme auftreten. Im weiteren Verlauf stehen die wechselhaft bindigen und rolligen Böden der Goldshöfer Sande an. Lokal, insbesondere im Bereich des AMO- Geländes können an der Leitungsgrabensohle zudem künstliche Auffüllungen

unterschiedlicher Zusammensetzung auftreten. Im Leitungsabschnitt vor den Schüttboxen verläuft die Leitungstrasse durch die Senke, die evtl. einen Auffüllbereich darstellt (vgl. Abschnitt 5.3).

Es ist davon auszugehen, dass im Bereich der Talfüllungen und evtl. der Senke in der Leitungsgrabensohle weiche Erdstoffe auftreten. Hier sind die aufgeweichten Erdstoffe auszubauen und ein Bodenaustausch vorzunehmen. Wir empfehlen die Leitungsgrabensohle durch den Baugrundgutachter abnehmen zu lassen.

Bei sehr mächtigen Weichschichten bedeutet ein kompletter Ausbau zumeist einen nicht gerechtfertigten, hohen Aufwand, wenn die Weichschicht dicker ist, als die Spannungsausbreitung zur Tiefe durch die Rohrleitung und Bodenauflast. Man ist daher auf eine praktikable Herleitung der erforderlichen Austauschtiefe angewiesen. Es wird vorgeschlagen, die Rohrleitung als Streifenfundament zu betrachten und deren Spannungsausbreitung rechnerisch auf etwa das Maß der Auflagerbreite der Leitung zu beschränken. Die Auflagerbreite wird mit einer Ersatzbreite angenommen, die unter einem Winkel von 90° ab der Rohrmittelachse in der Auflagerfläche entsteht. Die nachfolgende Skizze, soll dies verdeutlichen:



a = Rohraufleger Typ 1 = 10 cm

b = Ersatzbreite

d = Bodenaustauschmächtigkeit

$b = z$ = Grenztiefe der Spannungsausbreitung

$$\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 = \left(\frac{DN}{2}\right)^2 \longrightarrow b = DN \cdot 0,71$$

$$d = b - a$$

Die Mindestgrabenbreite ist dem Bodenaustausch anzupassen. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine Spannungsausbreitung innerhalb der Bodenaustauschschicht unter einem Winkel von 45° möglich ist.

Bereichsweise ist mit örtlichen punktuellen oder linienhaften Schichtwasserzutritten zum Leitungsgraben zu rechnen. Der Leitungsgraben ist während des Einbaus der Leitung und des Verdichtens wasserfrei zu halten und die Sohle vor Aufweichungen zu schützen. Gegebenfalls ist eine Wasserhaltung (vgl. Abschnitt 5.9) zu betreiben.

Bei der Verfüllung des Leitungsgrabens kommt es insbesondere im Bereich des Dammfußes auf eine verformungsarme Verfüllung an. Daher ist der Leitungsgraben (Verfüllzone) mit einem gut verdichtbaren, abgestuften Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung zu verfüllen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden. Bei entsprechender Eignung kann auch ein Recyclingmaterial genutzt werden. Es ist eine Proctordichte $D_{pr} \geq 95 \%$ (SE, GE mit Ungleichförmigkeitszahl $U \leq 3$) bzw. $D_{pr} \geq 98 \%$ (SE, SW, SI, GE, GW mit $U > 3$) nachzuweisen. Im Bereich von Verkehrsflächen ist die Einbauqualität des Materials so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Planums erforderlich werden.

Die Leitungstrasse liegt nach der derzeitigen Planung zum größten Teil im Einflussbereich der Setzungsmulde der Dammschüttung. Im Randbereich des Dammfußes treten nach unseren Berechnungen (vgl. Abschnitt 5.2) bei einer Ausführung mit Baugrundverbesserung rechnerische Setzungen in einer Dimension von etwa 1 bis 2 cm auf. Die Verträglichkeit der Setzungen auf die Gasleitung ist planerisch zu prüfen. Allgemein, auch im Hinblick auf die Erschütterungen bei der Herstellung der Schotterssäulen, wird empfohlen die Leitungstrasse möglichst weit von dem Dammbauwerk abzurücken.

5.5 Straßenbau

Straßen sind im Allgemeinen auf Boden zu gründen (Planum), der die Anforderungen nach ZTVE-StB erfüllt bzw. der sich auf die entsprechenden Werte (Verdichtungsgrad D_{pr}) verdichten lässt und der die entsprechende Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{v2}) besitzt. Dadurch sollen auftretende Setzungen minimiert werden, so dass keine relevanten Verformungen in der Oberflächenbefestigung verursacht werden und die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährdet wird.

Die Straßen liegen auf künstlich geschütteten Dämmen oberhalb des bestehenden Geländes (vgl. Abschnitt 5.2) sowie auf bindigen und sandigen Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3. Für die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass für die Dammschüttungen Erdstoffe der Frostempfindlichkeitsklasse F2 verwendet werden. Für den Straßenaufbau ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12 zu gewährleisten.

In Anlehnung an die ZTVE-StB ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen, welches bei fachgerechter Herstellung der Aufhöhungen erreicht wird. Außerhalb der Dämme wird dieser Wert insbesondere auf den bindigen Erdstoffen in der Regel nicht erreicht. Es werden dort daher Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig. Hierfür kann ein Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial oder unter Verwendung der bestehenden Tragschichten erfolgen (vgl. Abschnitt 5.6). Erfahrungsgemäß muss die Mächtigkeit des Bodenaustausches mind. 30 bis 40 cm betragen. Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit einem Bindemittel (Weißfeinkalk / Zement- Mischungen) zur Ausführung kommen (vgl. Abschnitt 5.7), wie sie auch im Bereich der Dammaufstandsflächen vorgesehen ist (vgl. oben).

Nach den vorliegenden Planungen erfolgt eine Einteilung der Straßen in die, in der Tabelle 23 folgenden, Belastungsklassen gemäß RStO 12. Nach den uns vorliegenden Regelquerschnitten ist geplant, die Straßen mit Asphaltbelag auszuführen. Das Baufeld wird gem. RStO 12, Bild 6 der Frosteinwirkungszone II zugewiesen. Für den frostsicheren Gesamtaufbau außerhalb der Dämme ist in der Regel von der ungünstigsten Frostempfindlichkeitsklasse F3 auszugehen.

Straßenbereich	Belastungsklasse gemäß RStO 12	notwendiger frostsicher Gesamtaufbau
Achse 10 K3320 „Goldshöfer Straße“ / „Aalener Straße“	Bk3,2	60 cm + 5 cm ¹⁾ = 65 cm im Bereich von Einschnitten + 5 cm = 70 cm bei Damm $\geq 2\text{m}$ - 5 cm = 60 cm
Achse 20 K3335 - Verbindung „K3320- Goldshöfe“	Bk3,2	60 cm + 5 cm ¹⁾ = 65 cm im Bereich von Einschnitten + 5 cm = 70 cm
Achse 30 Zufahrtsstraße Bahnhof	Bk1,0	60 cm + 5 cm ¹⁾ = 65 cm bei Damm $\geq 2\text{m}$ - 5 cm = 60 cm
Achse 40 Anbindung Wagenrain	Bk0,3	50 cm + 5 cm ¹⁾ = 55 cm

[Tab. 23: Belastungsklassen und frostsicherer Gesamtaufbau]

¹⁾ Frosteinwirkungszone II

Es wird eine Bauweise mit Asphaltdecke auf kombinierter Frostschutz-/Tragschicht (KFT) gemäß der RStO 12 Tafel 1, Zeile 1 empfohlen. Die KFT ist aus einheitlichem Material in 2 Lagen anzuordnen. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-/Tragschicht ergibt sich aus dem Gesamtaufbau abzüglich der Asphaltdeck- und Asphalttragschicht. Die Dicke der Frostschutz-/Tragschicht würde im vorliegenden Fall somit ca. 40 cm betragen. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk1,0 und Bk3,2) bzw. $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk0,3) zu erreichen. Die KFT ist vollständig und vollflächig neu aufzubauen. Für den ungebundenen Oberbau, d. h. für die Trag- und Frostschutzschicht, ist die ZTV SoB- StB 04 zu beachten.

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Frostschutz-/Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 im Rahmen einer Fremd- und Eigenüberwachung lagenweise zu überprüfen.

5.6 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen.

Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind sorgfältig zu entfernen und durch Austauschboden oder Differenzbeton zu ersetzen. Gleiches gilt sinngemäß für eventuell vorhandene Auffüllungen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ohne Beton ist generell ein seitlicher Überstand des Austausches in Schichtstärke über die Außenkanten hinaus zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden vorzunehmen.

Das anfallende bindige Aushubmaterial der Auffüllungen, Auelehme, Schluff/Ton-Lagen der Goldshöfer Sande und des Verwitterungsprofils des Opalinuston ist für den Wiedereinbau in Arbeitsräumen oder unter Flächen mit Verformungsgrenzen ohne zusätzliche Maßnahmen (Bindelmittelzugabe etc.) nicht geeignet. Gleiches gilt für die Sandlagen im Grenzbereich zu bindigen Eigenschaften.

In Bereichen, in denen Setzungen und Sackungen in Kauf genommen werden können (z. B. Geländemodellierungen außerhalb von Bauwerkseinflüssen und befestigten Flächen), müssen an das Material und die Verdichtung keine besonderen Anforderungen gestellt werden. In diesen Bereichen

kann auch bindiges Aushubmaterial verwendet werden, sofern der Einbau gerätetechnisch möglich ist.

Der bestehende ungebundene Oberbau eignet sich im erdfeuchten Zustand aus geotechnischer Sicht gut zum Wiedereinbau und kann als Bodenaustauschmaterial wiederverwendet werden. Hierbei sind die Bereiche mit Asphaltanhaftungen (vgl. Abschnitt 4.5.2) zu beachten, dessen Wiedereinbau nach derzeitigem Kenntnisstand nicht möglich ist.

Die Sande der Golshöfer Sande der Bodengruppen SE/SU/SU* können im erdfeuchten Zustand zur Rückverfüllung in Bereichen ohne qualitative Anforderungen verwendet werden. Bei den SU*-Böden ist die Frostempfindlichkeit (F3) zu beachten. Hier ist eine wirtschaftliche Abwägung zu treffen, da auf Grund des zum Teil engräumigen Wechsels dieser Erdstoffe mit den umgebenden bindigen Lagen eine Separation schwierig ist.

Gegebenenfalls ist zur Verfüllung verdichtungswilliges Liefermaterial zu verwenden. Die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung ist je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden. Bei entsprechender Eignung kann auch ein Recyclingmaterial verwendet werden.

Die Erdarbeiten sollten nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen.

Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet bzw. die Dammschüttung nicht aufgebracht werden.

5.7 Bodenverbesserung mit Bindemitteln

Zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums im Straßenbereich und im Bereich der Dammaufstandsflächen wird eine Bodenverbesserung mit einem Mischbindemittel (Weißfeinkalk / Zement- Mischungen) vorgeschlagen. Die Ausführungen gelten analog für die Verbesserung von Dammschüttmaterial. In diesem Zusammenhang wird auf ein mögliches Quellpotential von stärker sulfathaltigen Böden in Verbindung mit Bindemittel hingewiesen, so dass das Dammschüttmaterial diesbezüglich zu prüfen ist.

Hierbei ist zu beachten, dass bei entsprechenden windigen Bedingungen eine Verwehung von Bindemittelstaub möglich ist. Zur Minimierung der Staubentwicklung kann staubreduziertes Bindemittel

Verwendung finden. Beim Einsatz staubreduzierter Produkte sind entsprechende Mehrkosten zu erwarten.

Bei den in den unterschiedlichen Planumshöhen anstehenden über die gesamte Baumaßnahme wechselnden Erdstoffen (künstliche Auffüllungen, zumeist bindige Talfüllungen und wechselhaft bindig/rollige Goldshöfer Sande) wird eine Bodenverbesserung mit einer Weißfeinkalk / Zement-Mischung 50:50 vorgeschlagen. Erfahrungsgemäß wird eine Bindemittelmenge von mind. 45 bis 50 kg/m³ notwendig. Dies entspricht bei 45 cm Schichtdicke rd. 20 bis 22,5 kg/m².

Sofern in Planumshöhe vorwiegend nicht bindige Böden (z.B. rollige Auffüllungen) anstehen, kann es zweckmäßig werden, den Zementanteil im Bindemittel zu erhöhen um eine ausreichende Tragfähigkeit erreichen zu können.

Es wird zunächst eine Verbesserung mit einer Bindemittelzugabemenge von ca. 22,5 (+/- 2,5) kg/m² vorgeschlagen, um die Böden nicht „zu verbrennen“. Bei Bedarf kann dann mit geringen Zugabemengen nachgestreut werden. Diese Bindemittelmenge sollte allerdings auch nicht unterschritten werden, um die Dauerhaftigkeit der Verbesserung auch langfristig zu gewährleisten. D.h. wenn bei trockener Witterung verbessert wird, kann sogar die Zuführung von Wasser erforderlich werden. Die Dosierung der erforderlichen Bindemittelzugabemenge und die Zusammensetzung des Bindemittels (Weißfeinkalk-/Zement-Anteil) hängt im Wesentlichen von den Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Ausführung ab. Probefelder vor Beginn der eigentlichen Arbeiten und eine örtliche Beurteilung durch einen Gutachter sind daher vorzusehen. Bei schlechter Witterung und starker Durchfeuchtung wird eine Erhöhung der Ausstreumenge notwendig.

Bei der Bodenverbesserung ist darauf zu achten, dass nach dem Ausstreuen des Bindemittels der Boden mindestens 2-fach gefräst wird. Das Gemisch muss kleinkrümelig sein, eine homogene Färbung annehmen und das Bindemittel muss vollständig untergefräst sein. Es ist dabei eine ausreichend dimensionierte Bodenfräse mit mind. 45 cm Tiefgang einzusetzen. Die Verdichtung des Boden-Bindemittel-Gemisches sollte mit ca. 3 - 4 dynamischen Übergängen mit einem Schafffußwalzenzug erfolgen. Danach ist die Fläche mit einer Walze mit Glattmantelbandage abzuwalzen. Bei der Profilierung des Erdplanums ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Querneigung bzw. Längsneigung zur Entwässerung vorhanden ist.

Jede Lage ist unmittelbar nach dem Schütten zu verdichten. Bei unklaren Witterungsverhältnissen sind am Ende des Arbeitstages alle Einbauflächen glatt abzuwalzen, um ein Eindringen von

Regenwasser zu verhindern. Beim Einbau des Bodens sowie bei der Herstellung des Erdplanums sind die Vorgaben der ZTVE-StB zu beachten.

Die Verdichtung ist durch entsprechende Versuche, z. B. durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134, Densitometer, usw. nachzuweisen.

5.8 Böschungsneigung für Baugruben und Baugrubensicherung

Bei ausreichenden Platzverhältnissen, nicht durchströmten Böschungen und keinerlei Beeinflussung der Böschungsstandsicherheit durch Verkehr und/oder Erschütterungen können nach DIN 4124 freie Baugrubenböschungen angelegt werden, wobei die nachfolgend genannten, maximal zulässigen Böschungsneigungen (β) nicht überschritten werden dürfen. Für Baugrubenböschungen mit einer Höhe $> 5,0$ m ist nach DIN 4124 ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit zu bringen oder die Böschung ist zu sichern.

Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
<u>Schicht 1:</u> künstliche Auffüllungen	45°
<u>Schicht 2:</u> Talfüllungen Auelehm, weichplastisch Auelehm, mind. steifplastisch Sand-/Kieslagen	45° 60° 45° (unter GW keine freien Böschungen möglich)
<u>Schicht 3:</u> Goldshöfer Sande Sand bindige Schichten, mind. steifplastisch	auf Grund Wechsellagerung gesamt 45° (45°) (60°)
<u>Schicht 4:</u> Verwitterungsprofil Opalinuston	60°
<u>Schicht 5:</u> Tonstein Opalinuston	unterhalb der zu erwartenden Aushubebenen

Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
<u>Schicht 6:</u> Ton- /Tonmergelsteine Schwarzjura	unterhalb der zu erwartenden Aushubebenen

[Tab. 24: Böschungsneigungen]

Bei Auftreten von aufgeweichten Bereichen oder Wasserzuritt sind die Böschungen gegebenenfalls abzuflachen.

Die Böschungskronen sämtlicher Baugrubenböschungen sind auf einer Breite von mindestens 1,0 m von sämtlichen Lasten (Aushub usw.) freizuhalten.

Bei Baustellenverkehr durch LKW, Bagger usw. neben der Baugrubenböschung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

Gesamtgewicht < 12 to:	1,0 m
Gesamtgewicht ≥ 12 to ≤ 40 to:	2,0 m

Die Vorgaben der DIN 4123 und der DIN 4124 sowie der UVV und der relevanten Regelwerke der Bahn sind zu beachten.

Baugrubensicherung zu den Gleisanlagen

Bei dem Bauwerk 01 sind im Bereich der Gleisanlagen bei den Baugrubenwänden für die Fundamente der östlichen und westlichen Widerlager sowie des westlichen Stützpfilers zu den Bahngleisen keine ausreichenden Platzverhältnisse für die Anlage von freien Baugrubenböschungen vorhanden, so dass hier eine Baugrubensicherung erfolgen muss. Die Brückenfundamente kommen nach den uns vorliegenden Planunterlagen bei 467,40 m ü. NN zu liegen. Mit Sauber- und Ausgleichsschichten ist von etwa 2 m tiefen Baugruben auszugehen.

Für die Baugrubensicherung sind planerisch frei auskragende Spundwände vorgesehen.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Randbedingungen wird eine Vorbemessung der Spundwände für Profil TKL 604 mit dem Programm GGU-Retain (Version 10.13 vom 18.07.2019) durchgeführt. Es ergibt sich eine notwendige Profillänge von rd. 7 m mit einer Einbindetiefe von rd. 5 m. Die Vorbemessung ist auf der Anlage 6.10 beigelegt.

Bei der o.g. Profillänge reichen die Spundwände nach den Untersuchungsergebnissen bis in das Verwitterungsprofil des Opalinustones. Die Oberkante der unterlagernden Tonsteine kann ein schwankendes Höhenrelief aufweisen. Zudem können bereits im Verwitterungsprofil härtere nicht rammbare Zonen auftreten. Es können daher lokal Auflockerungsbohrungen notwendig werden. Es ist, insbesondere im Hinblick auf Arbeiten am Gleisbereich, entsprechendes Gerät vorzuhalten. Dies ist in der Ausschreibung und Ablaufplanung zu berücksichtigen.

5.9 Wasserhaltung

Im Untersuchungsgebiet wurden Grundwasserführungen angetroffen (vgl. Abschnitt 4.2). Bei Baugruben, die in diese Tiefen reichen wird eine bauzeitliche Wasserhaltung erforderlich. Das aus Böschungen austretende Wasser ist mit einer offenen Wasserhaltung in umlaufenden Drainagegräben zu fassen und über Pumpensümpfe abzuleiten. Die Pumpensümpfe sind durch Schachtringe zu sichern. Der entsprechende Platzbedarf ist bei der Baugrubenplanung zu berücksichtigen. In Bereichen mit lokal stärkerem Wasserandrang sind die Wasserhaltungsmaßnahmen auch baubegleitend zu intensivieren und an die örtlichen Verhältnisse anzupassen.

Das entnommene Wasser ist rückstaufrei abzuführen. Die Wasserhaltung ist bis zur Auftriebssicherheit bzw. Wiederverfüllung zu betreiben und grundsätzlich genehmigungspflichtig (Wasserrechtsgesuch).

Mit den Rüttel- und Bohrarbeiten kann auch druckhaftes Wasser angeschnitten und bis zur Arbeitsebene „gefördert“ werden. Die flächige Dränebene ist daher ebenso baubegleitend zu entwässern.

Infolge der Konsolidisierung – auch über die vertikalen Schottersäulen – kann auch im mittelbaren Zeitraum nach Dammfertigstellung eine Fortführung von Wasserhaltungs- und Ableitungsmaßnahmen notwendig /zweckmäßig werden.

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Baufeld wurden durch 5 Kernbohrungen, 18 Sondierbohrungen, 5 schwere Rammsondierungen und 7 Drucksondierungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse beschrieben und beurteilt. Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den Untersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund daher nicht ausgeschlossen werden können, womit eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erdarbeiten angetroffenen Verhältnissen und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.

Nach EC7 ist spätestens bei Baubeginn vom Baugrundsachverständigen die Übereinstimmung der tatsächlichen Baugrundverhältnisse mit den Angaben des Gutachtens im Rahmen einer Sohlabnahme zu prüfen.

Im Vorfeld der Baumaßnahme wird eine Beweissicherung an umliegenden Gebäuden, Straßen usw. erforderlich. Ggf. sind Zwischen- und Nachuntersuchungen durchzuführen.

Bei den Bautätigkeiten nahe dem Gleisbereich ist nach allen Tätigkeiten mit Erschütterungen (Herstellung Spundwand, Schottersäulen und Verdichtung) die Gleisanlage zu vermessen und ggf., z.B. durch Unterstopfung, zu ertüchtigen.

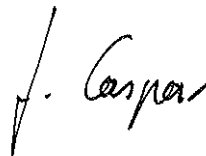
Für Rückfragen stehen wir auf Wunsch gerne zur Verfügung.

Für die Geotechnik Aalen



Dipl.- Geol. W. Höffner

Sachbearbeiter:



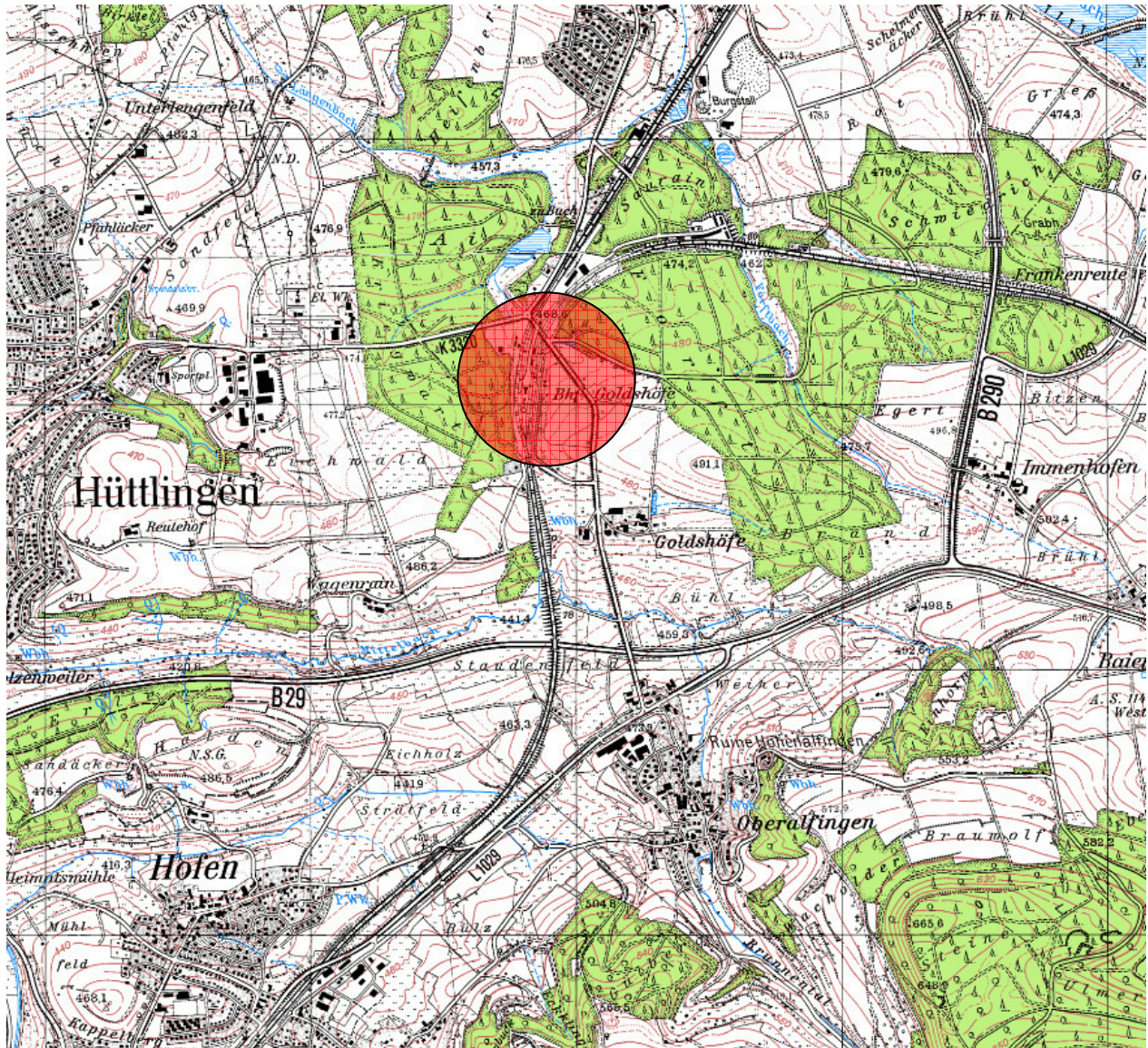
Dipl.-Ing. (FH) J. Caspar



Dipl.-Geol. Th. Peter

ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

 Untersuchungsgebiet

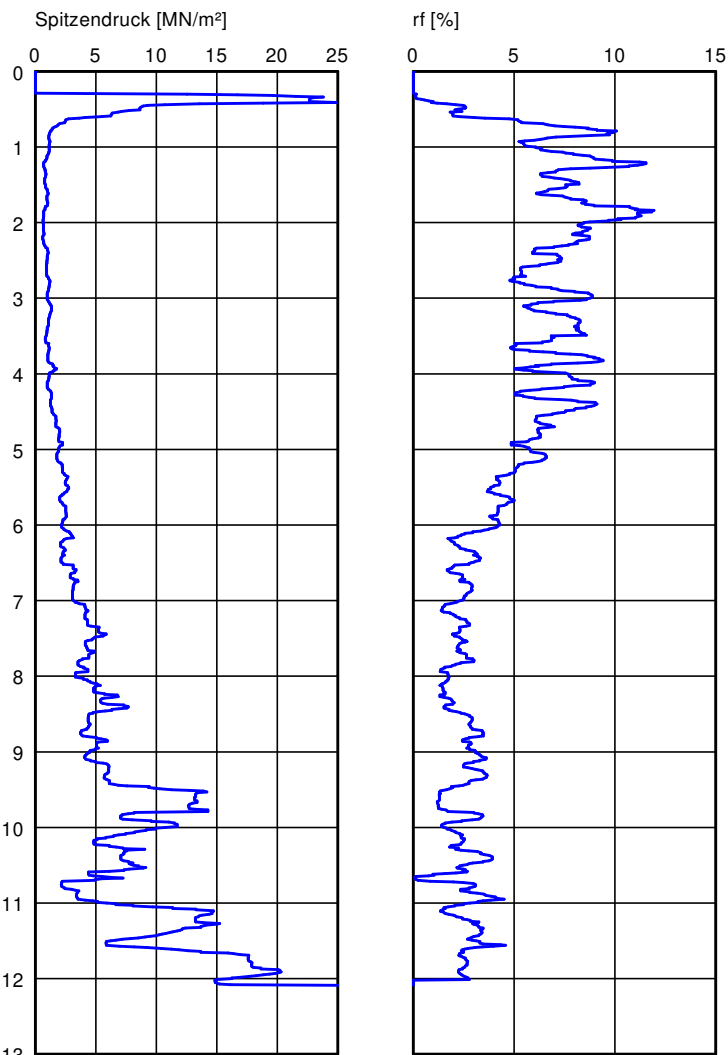


- LEGENDE:
- BS Bohrsondierung (2017)
 - DPH Rammsondierung (2017)
 - KB Kernbohrung
 - DPH Rammsondierung
 - CPT Drucksondierungen

Index	Datum	Name	Änderung / Ergänzung	Plangröße	m²
Auftraggeber:				Plan - Nr.:	1.2
Projekt:				Projekt - Nr.:	16603
Projekt:				Maßstab:	1: 1000
Darstellung:				bearbeitet:	02.09.19 pe
				gezeichnet:	02.09.19 fr
				geprüft:	02.09.19 hō
GEOTECHNIK AALEN					

CPT 7

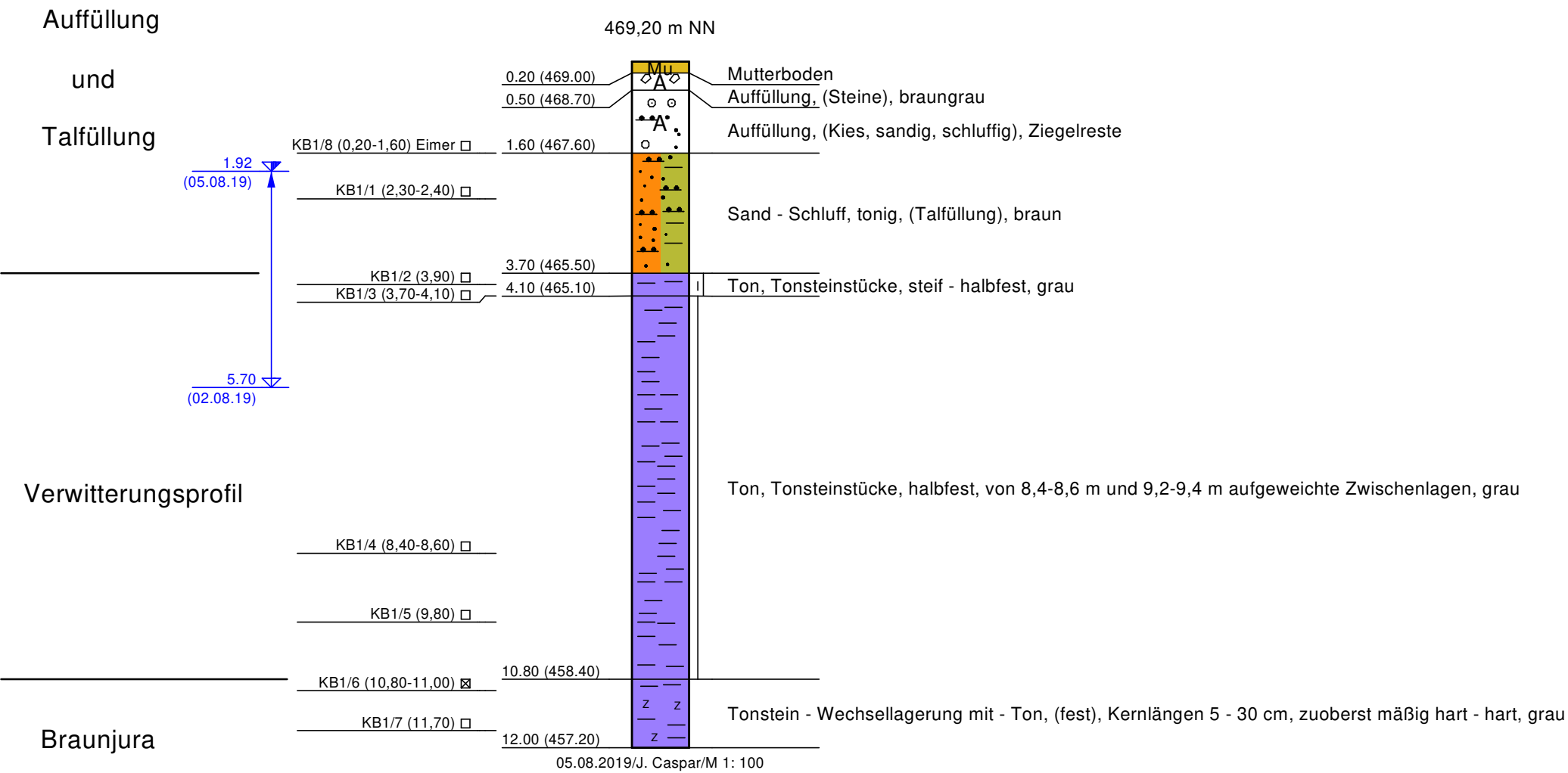
469,20 m



13.08.19 Geotechnik Heiligenstadt

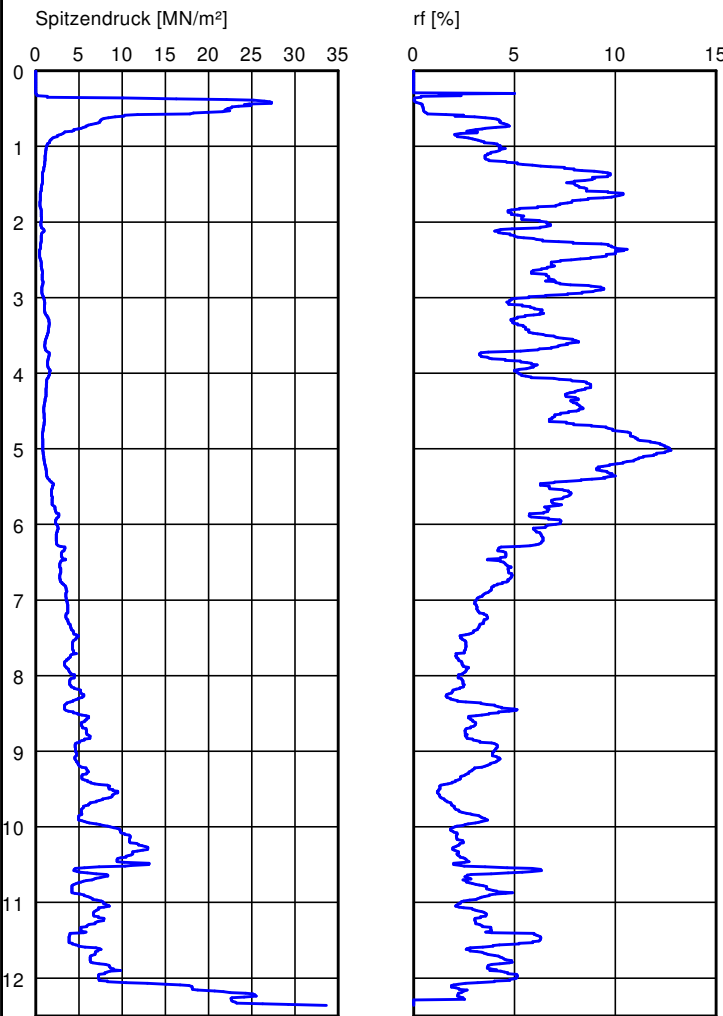
KB 1/2019

469,20 m NN



CPT 6

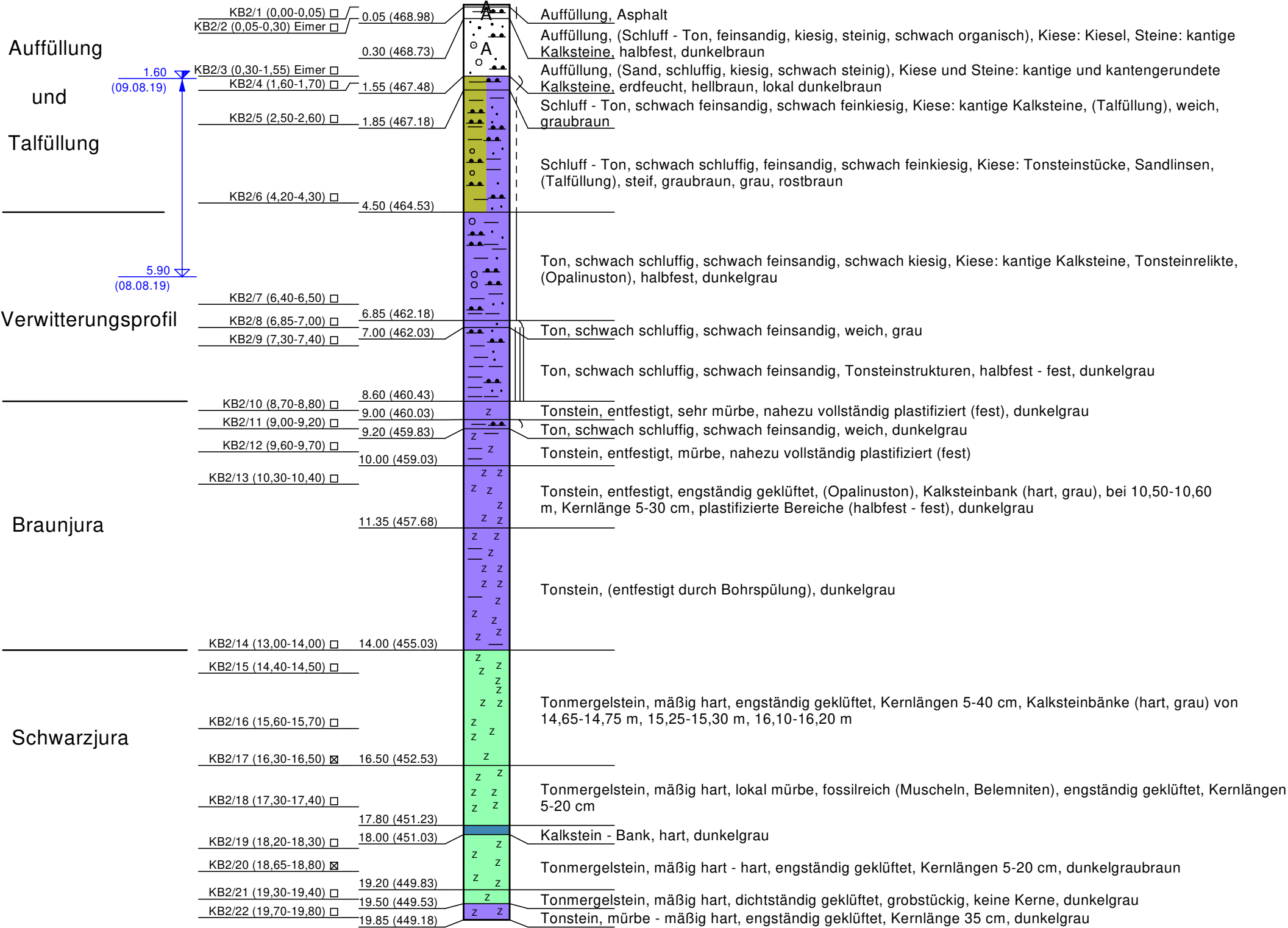
469,03 m NN



13.08.2019/geotechnik heiligenstadt

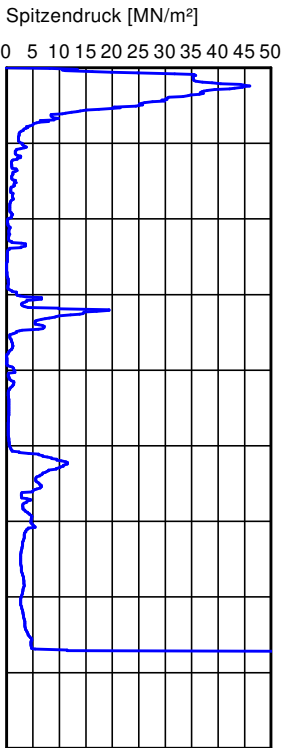
KB 2/2019

469,03 m NN



CPT 3

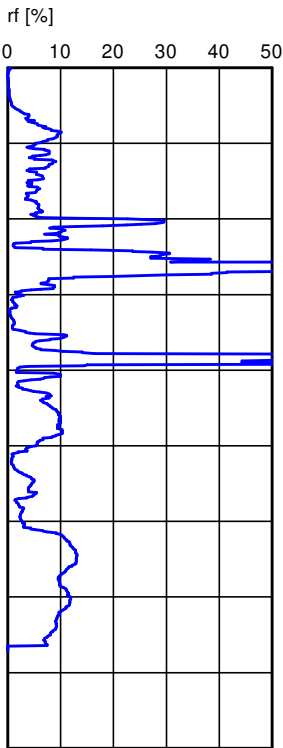
468,68 m



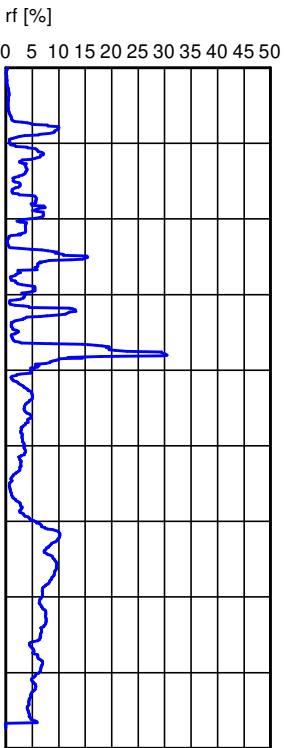
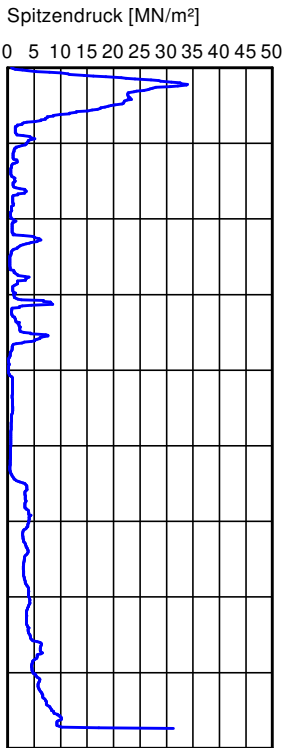
13.08.2019/geotechnik heiligenstadt

CPT 4

468,68 m NN



13.08.2019/geotechnik heiligenstadt



KB 3/2019

468,68 m NN

Auffüllung

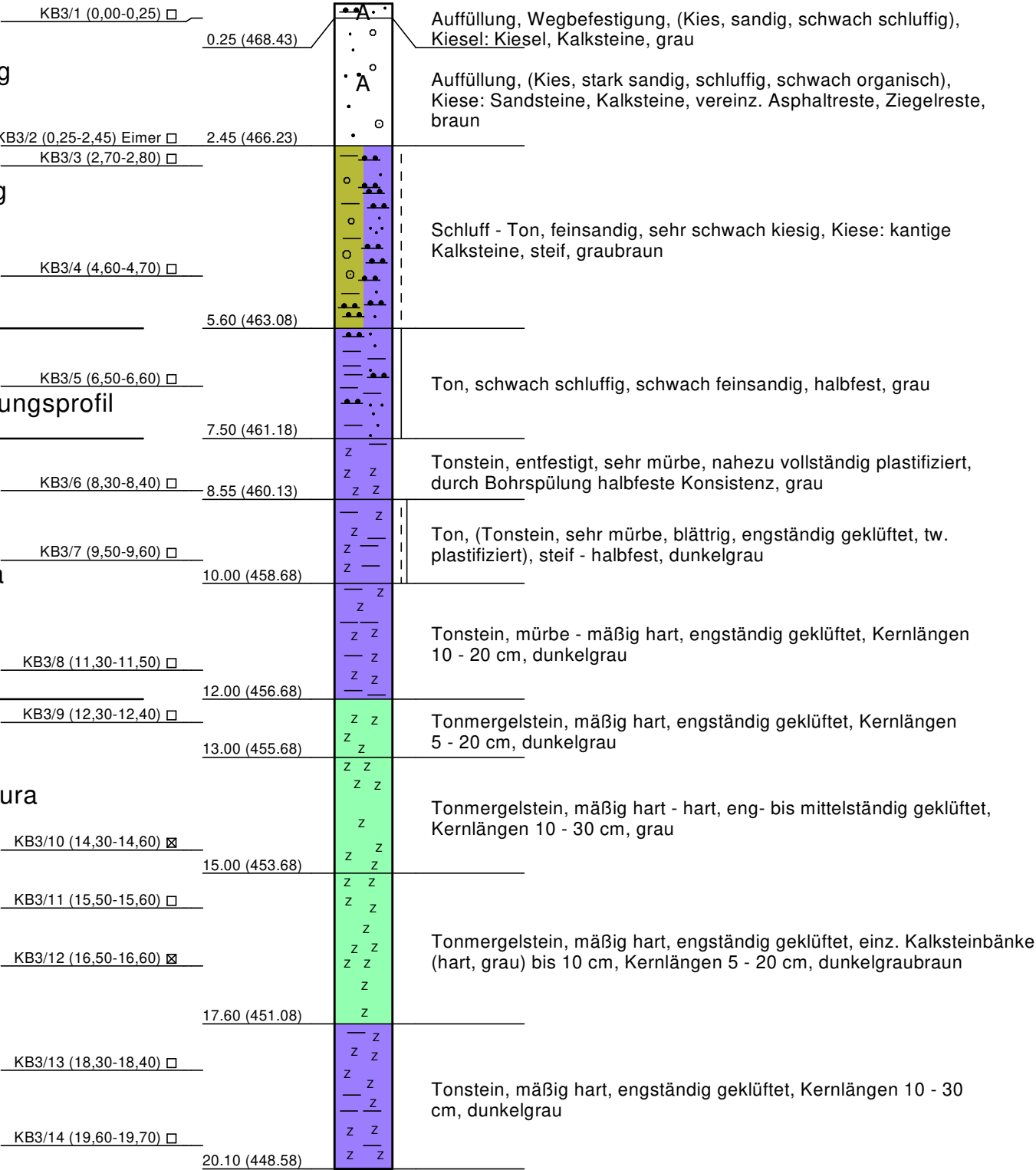
und

Talfüllung

Verwitterungsprofil

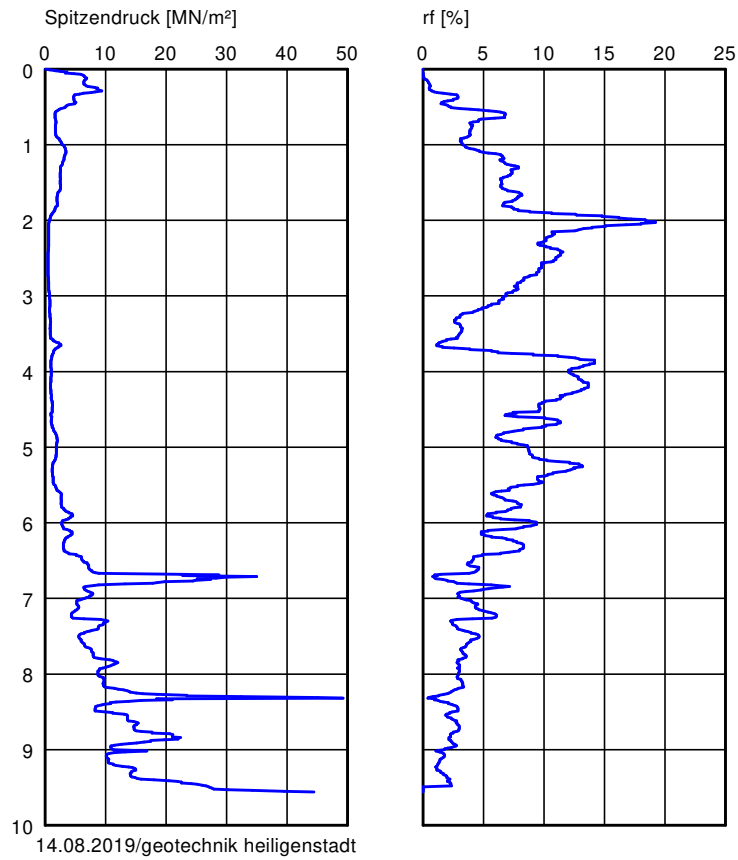
Braunjura

Schwarzjura



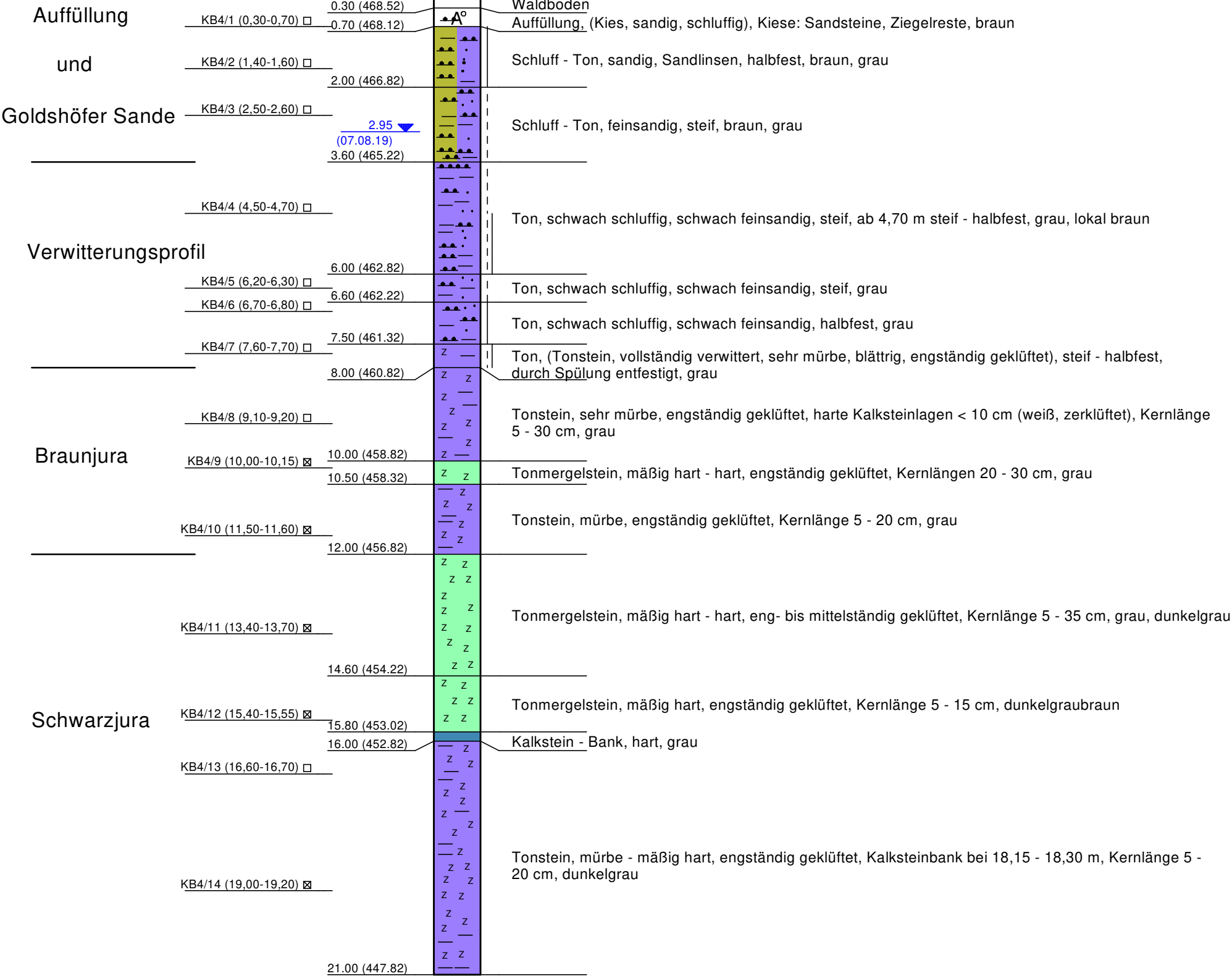
CPT 2

468,82 mNN



KB 4/2019

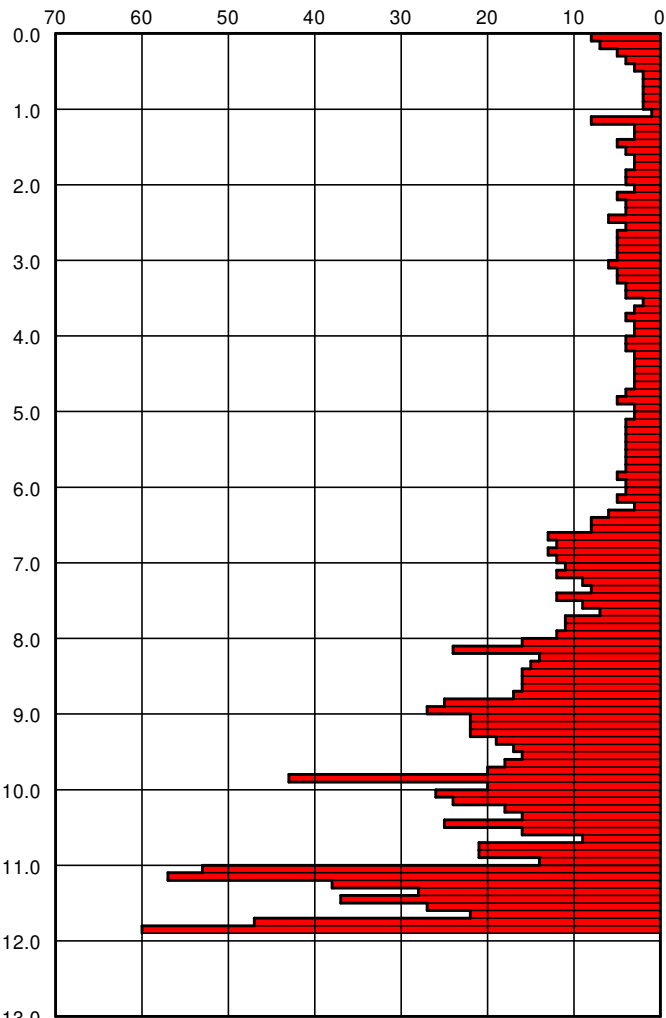
468,82 m NN



DPH 5/2019

469,73 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



16.08.2019/We/M 1: 100/(bei 11,9 m 60 Schläge auf 7 cm)

Auffüllung
und
Goldshöfer Sande

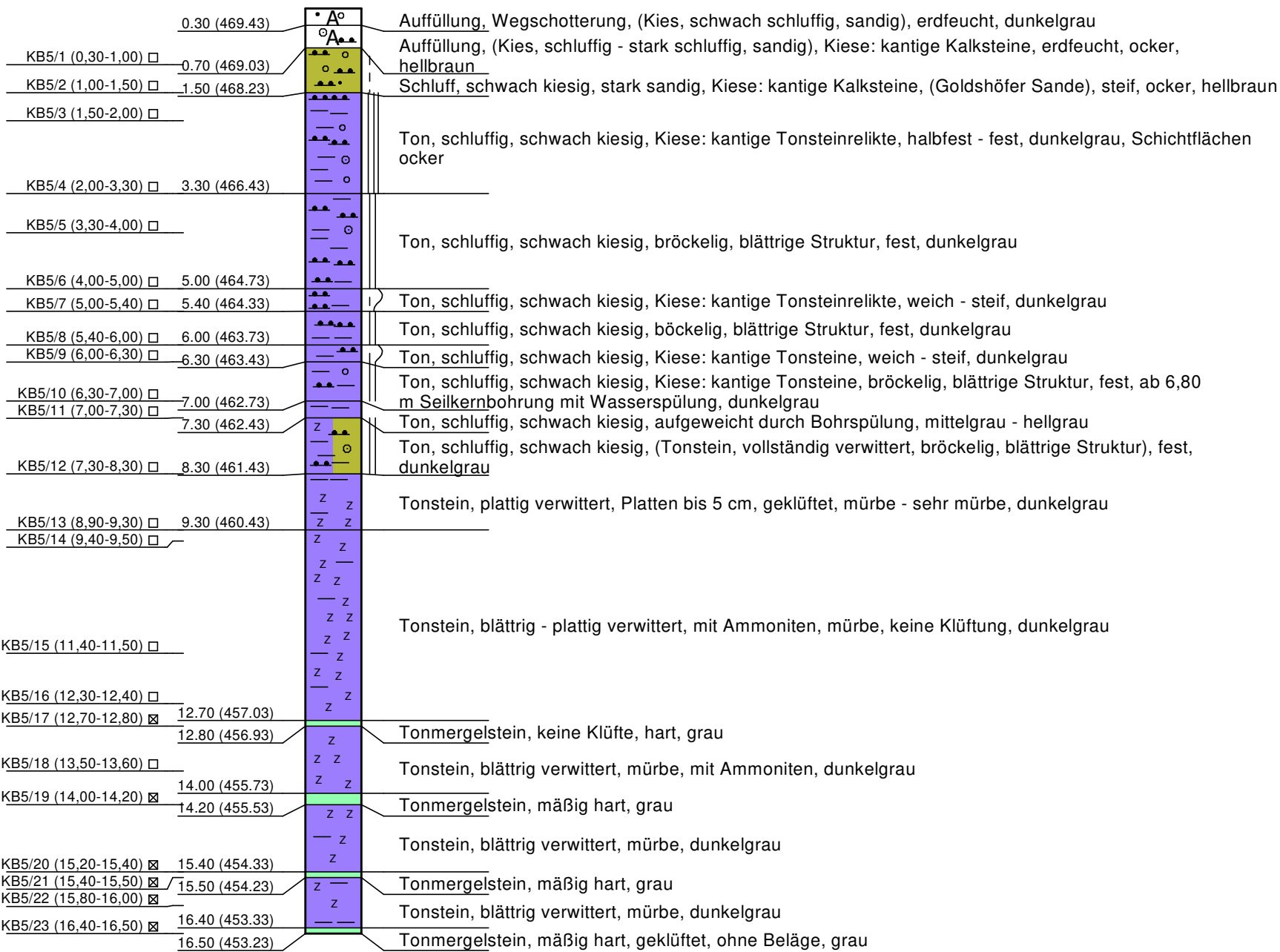
Verwitterungsprofil

Braunjura

Schwarzjura

KB 5/2019

469,73 m NN

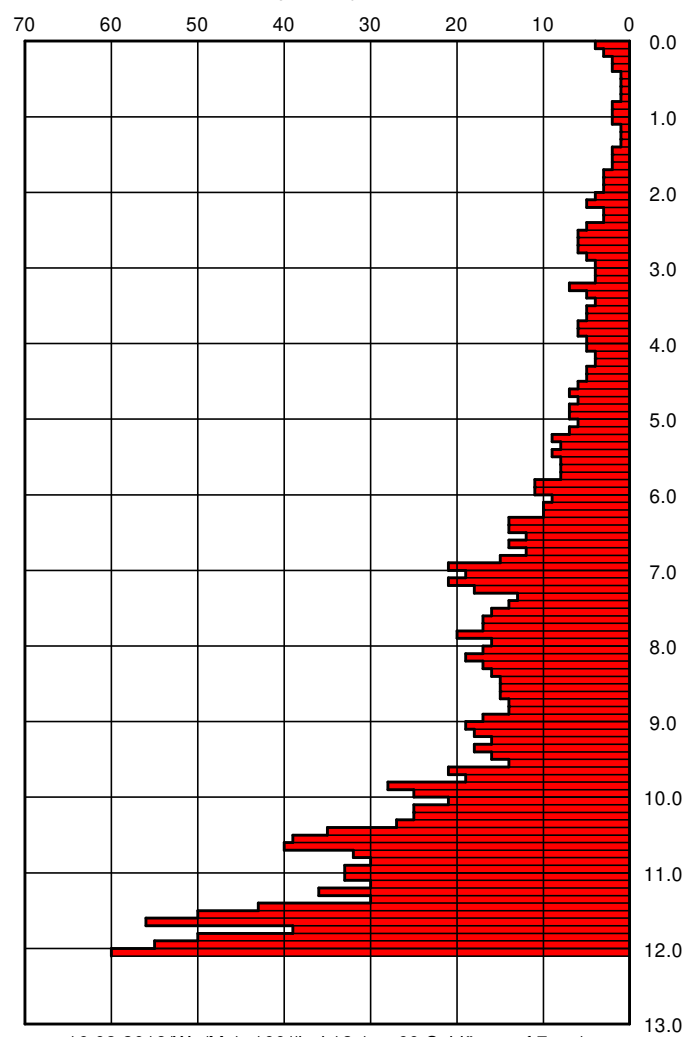


13.08.2019/M. Droll/M 1: 100

DPH 4/2019

471,78 m NN

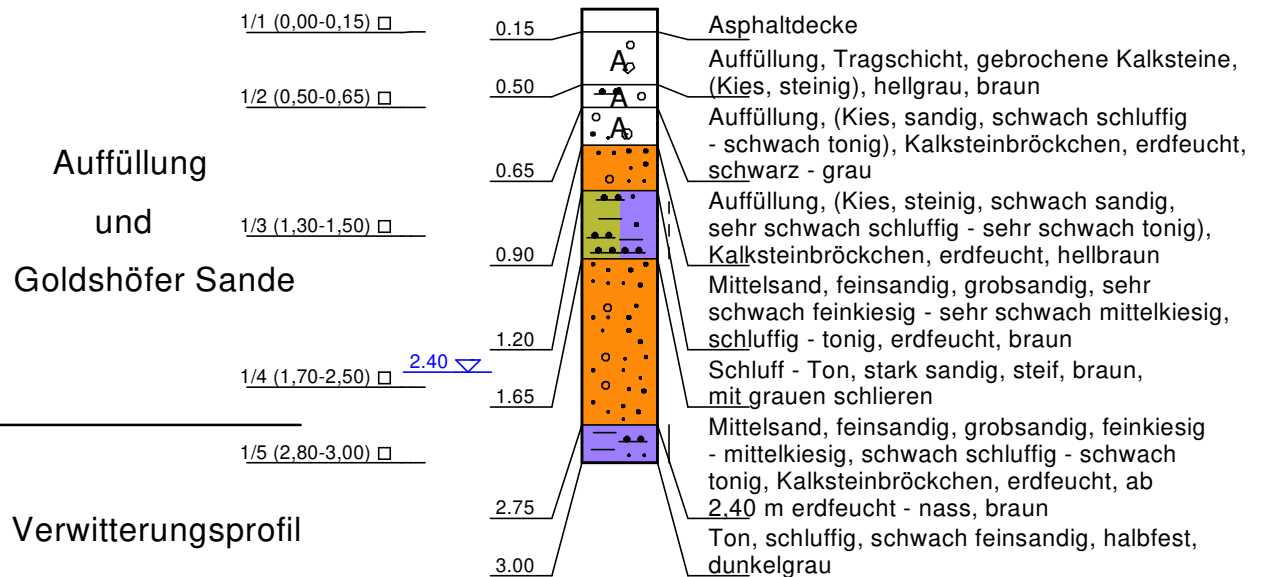
Schlagzahlen je 10 cm



16.08.2019/We/M 1: 100/(bei 12,1 m 60 Schläge auf 7 cm)

BS 1/2017

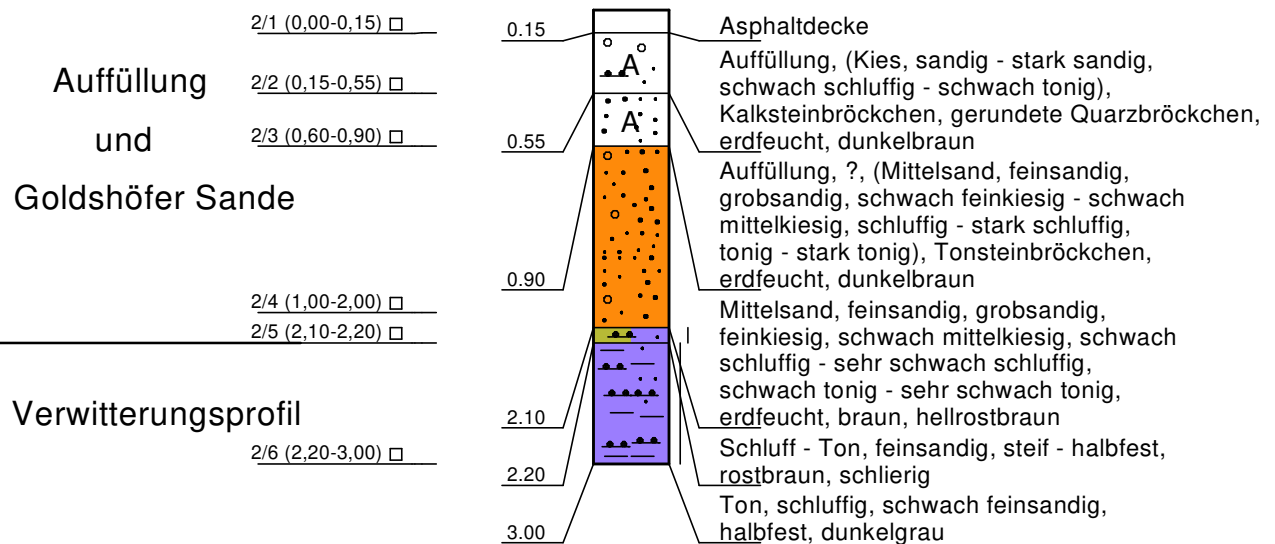
469,45 m NN



Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch bei 1,40 m zugefallen

BS 2/2017

468,90 m NN



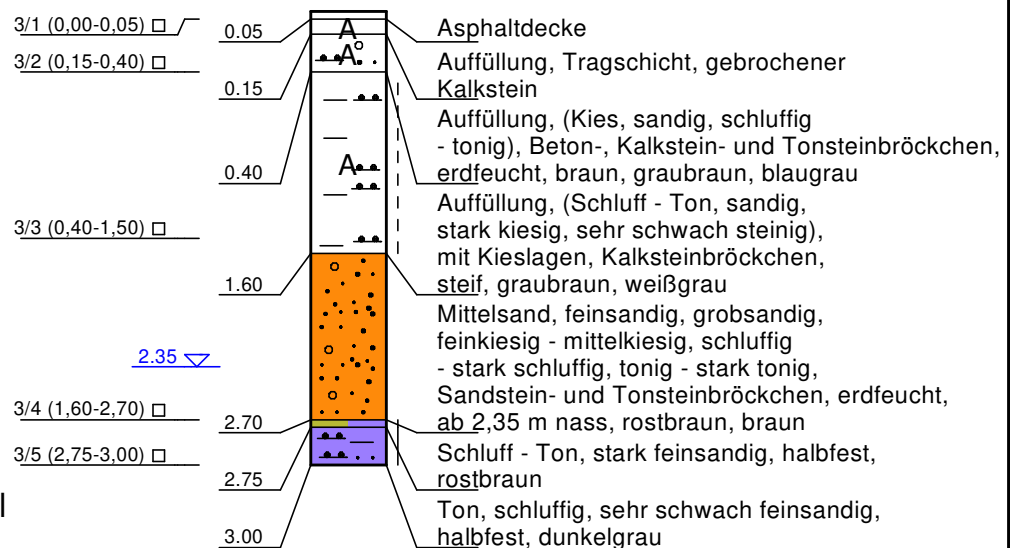
Aufnahme am 07.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

BS 3/2017

468,99 m NN

Auffüllung
und
Goldshöfer Sande

Verwitterungsprofil

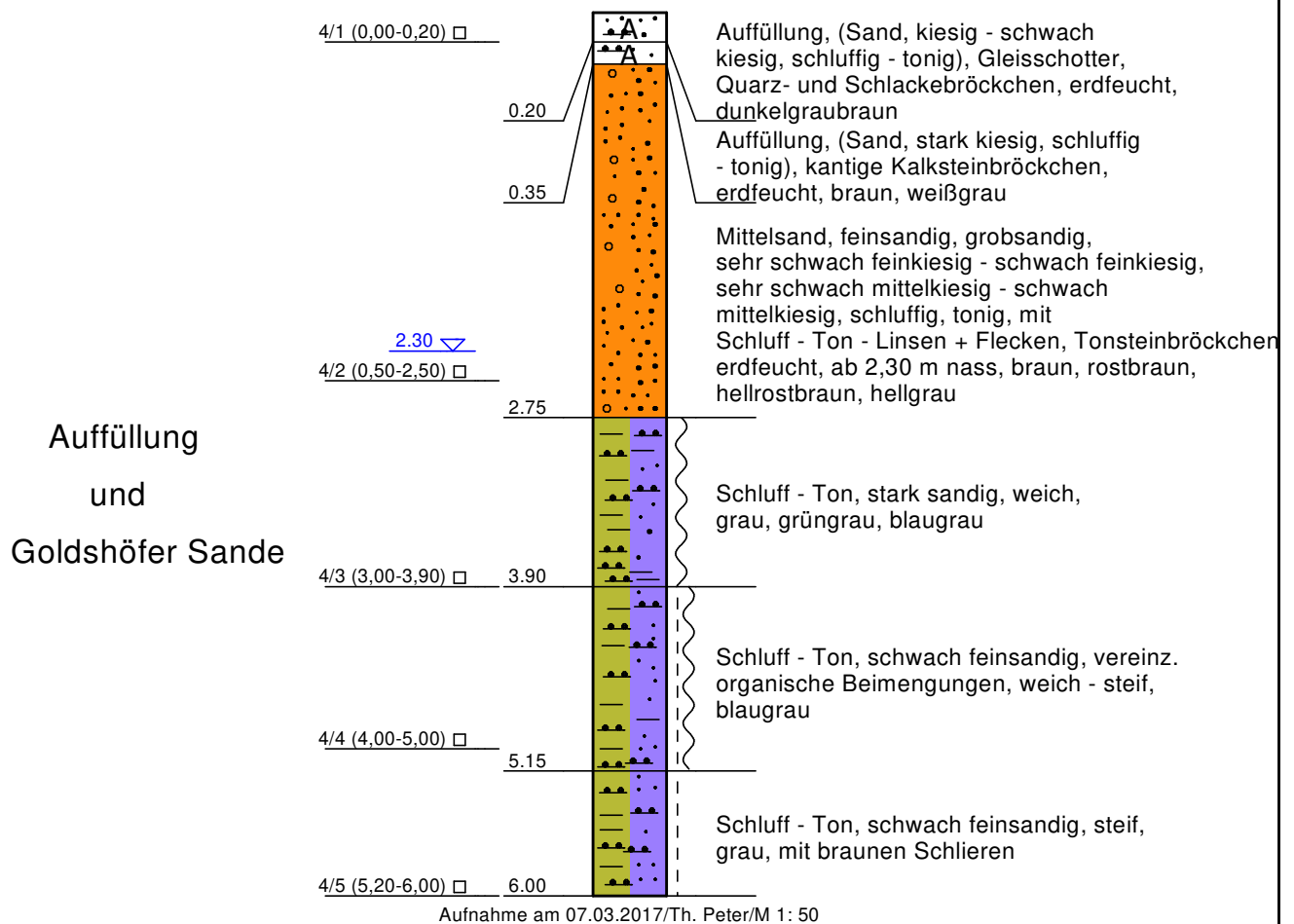


Aufnahme am 07.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch bei 1,50 m zugefallen

BS 4/2017

468,72 m NN

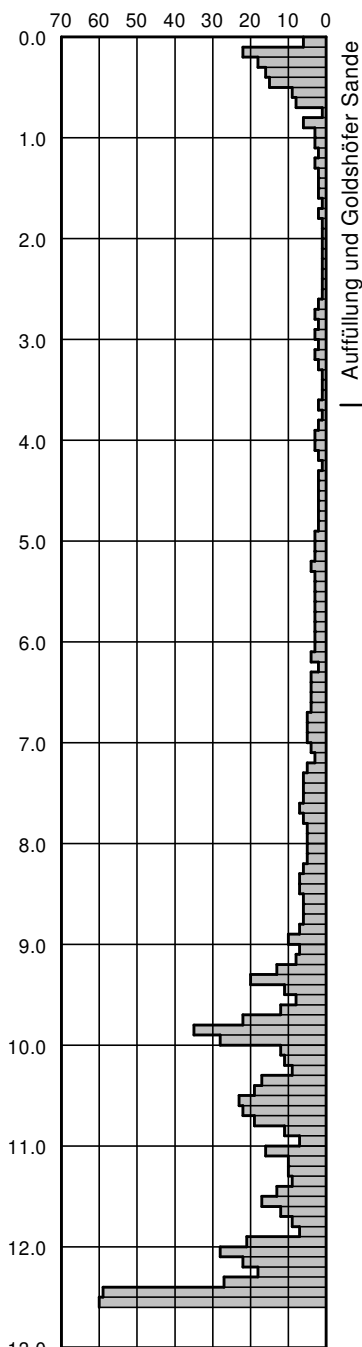


kein Wasser eingemessen bis 2,85 m, Bohrloch bei 2,85 m zugefallen

DPH 2/2017

468,96 m NN

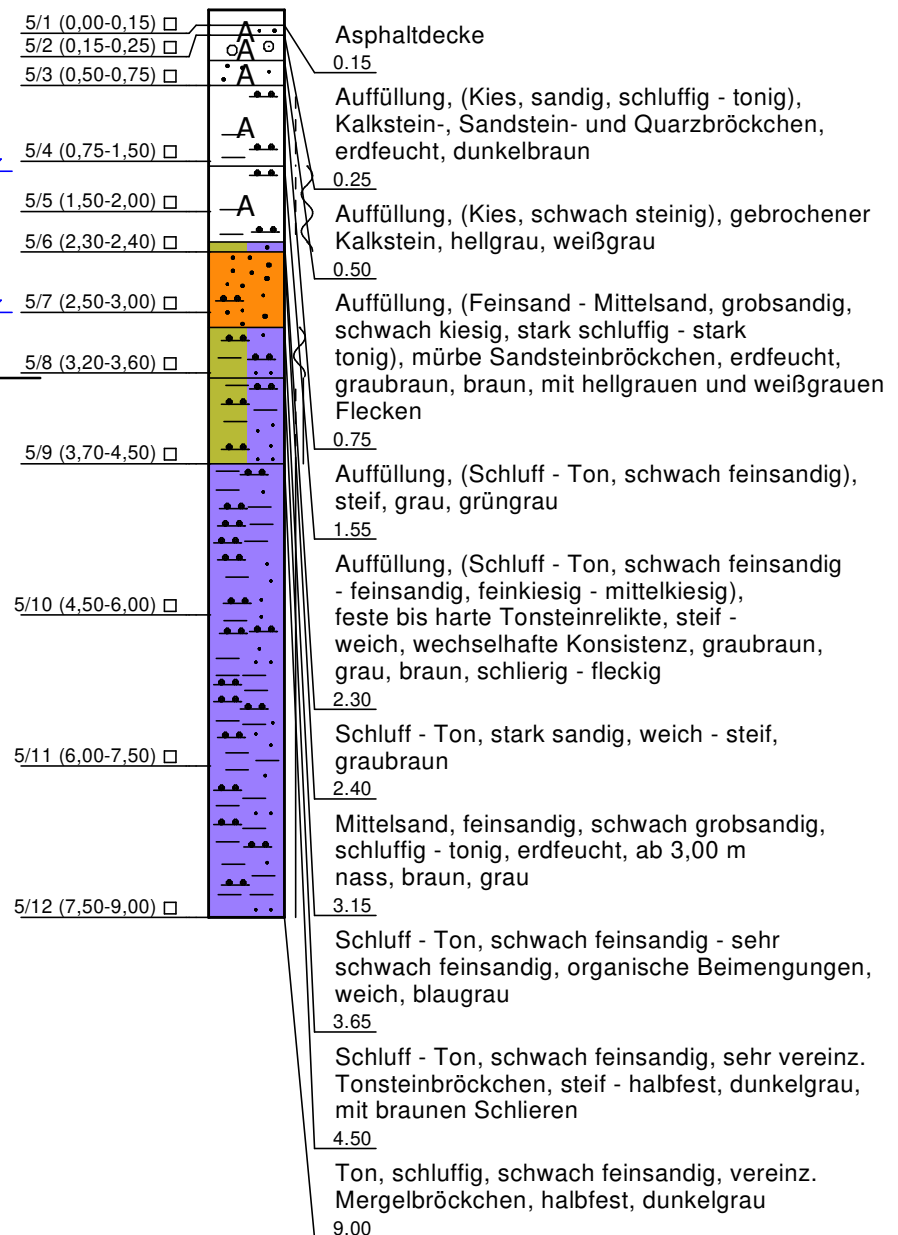
Schlagzahlen je 10 cm



13.0
29.03.2017/Frä/(bei 12,6 m Schläge >60)

BS 5/2017

468,96 m NN

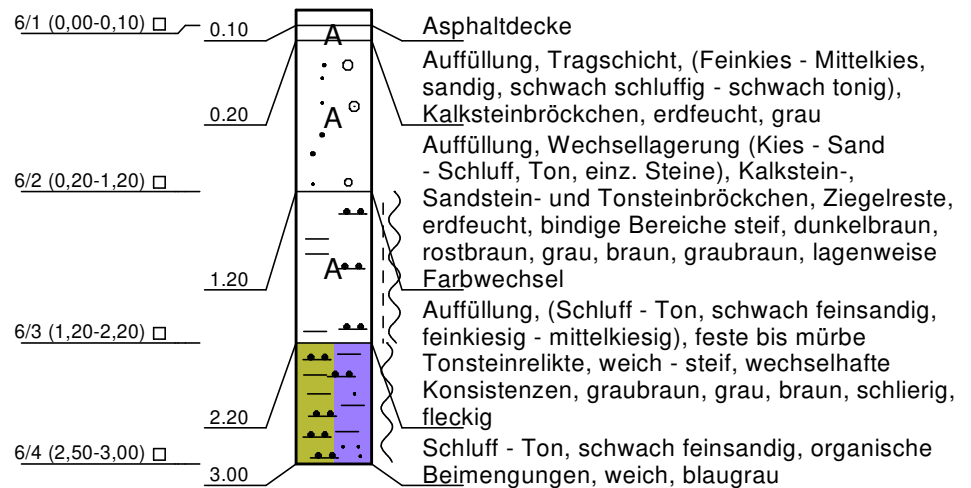


07.03.2017/Th. Peter/M 1: 75

BS 6/2017

469,30 m NN

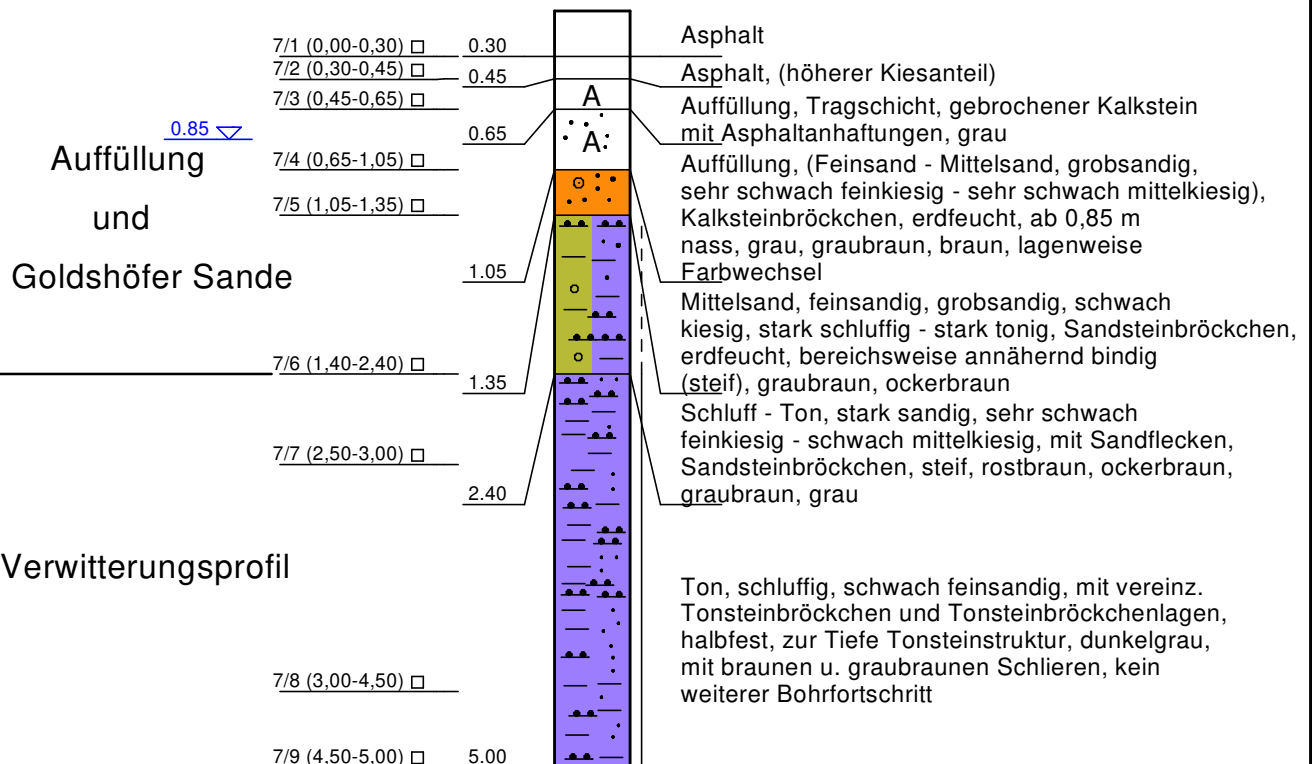
Auffüllung
und
Talfüllung



Aufnahme am 07.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

BS 7/2017

478,18 m NN



Aufnahme am 22.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

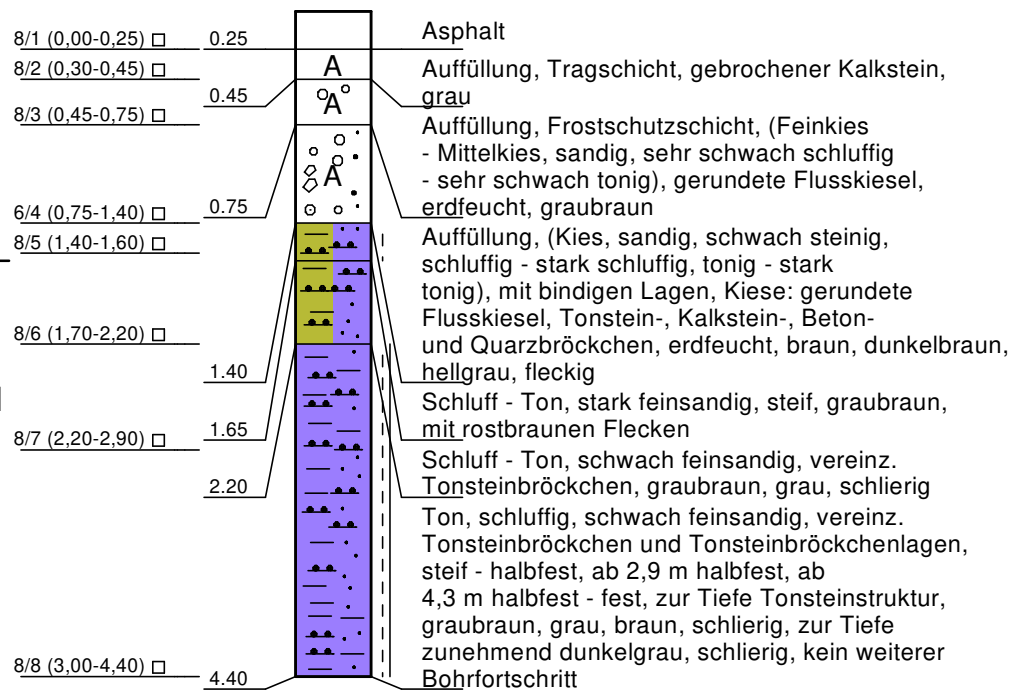
kein Wasser eingemessen (zu geringer Andrang)

BS 8/2017

477,93 m NN

Auffüllung
und
Goldshöfer Sande

Verwitterungsprofil

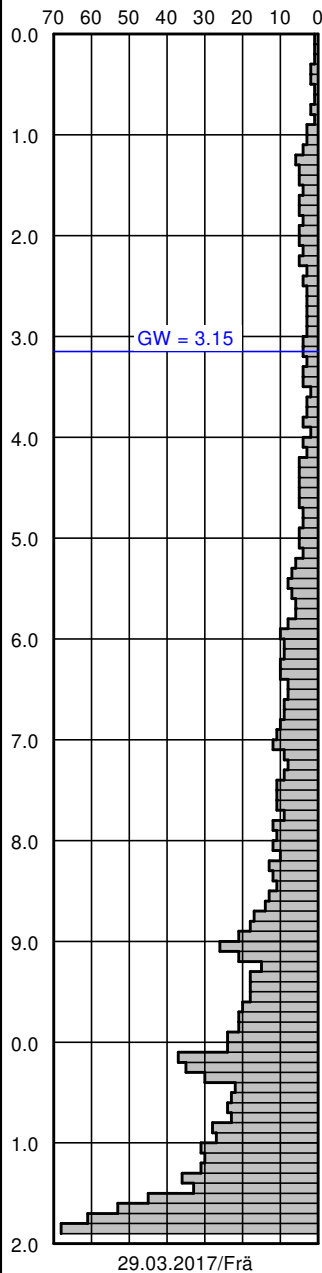


Aufnahme am 22.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

DPH 1/2017

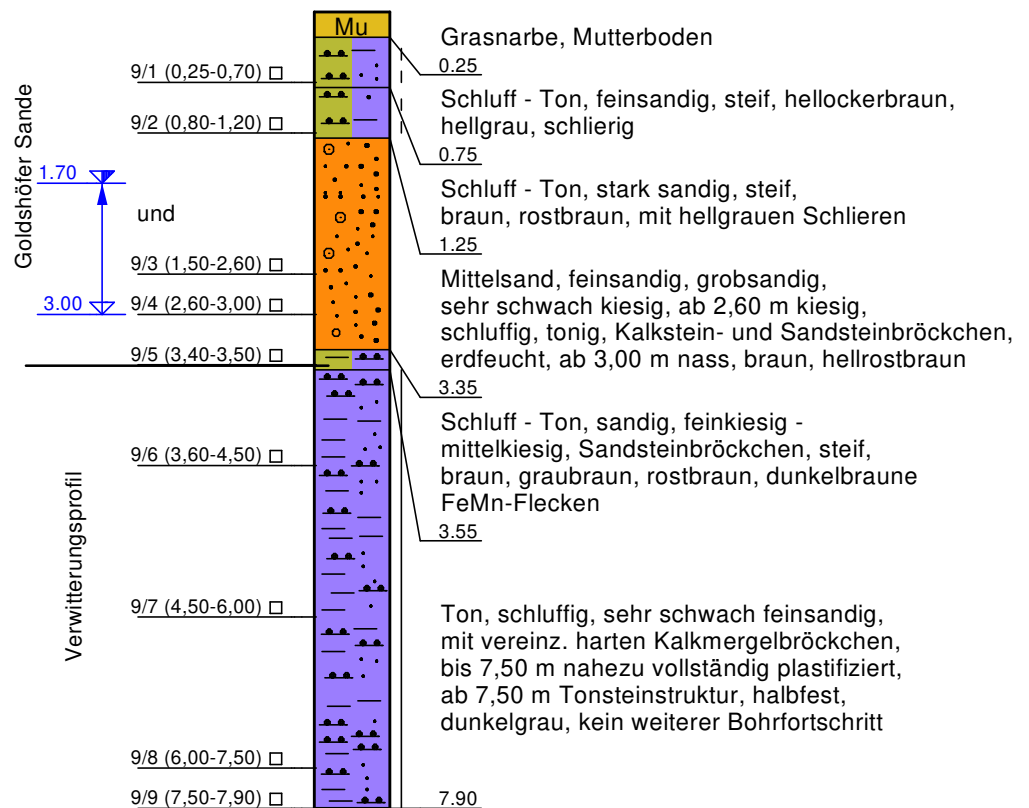
470,98 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



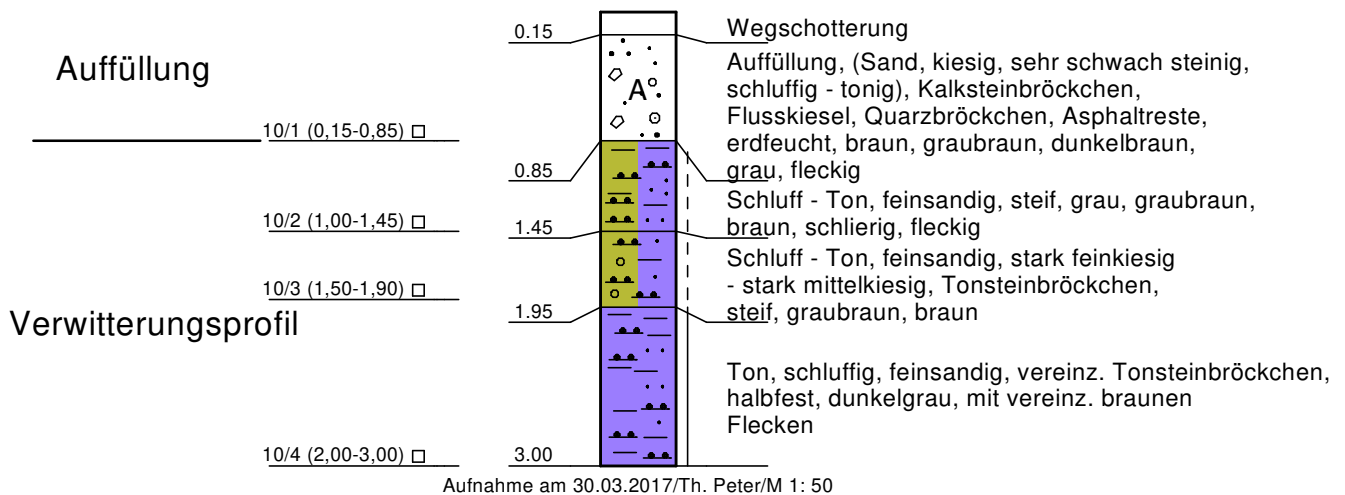
BS 9/2017

470,98 m NN



BS 10/2017

469,18 m NN



Asphaltprobe aus nebenliegender Straße entnommen

BS 11/2017

468,44 m NN

Talfüllung

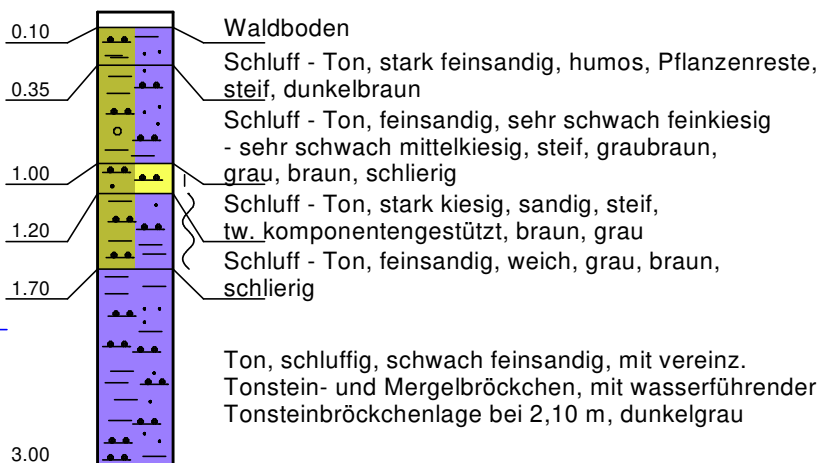
11/1 (0,35-1,00) □

11/2 (1,20-1,50) □

2.10 ▽

Verwitterungsprofil

11/3 (2,00-3,00) □

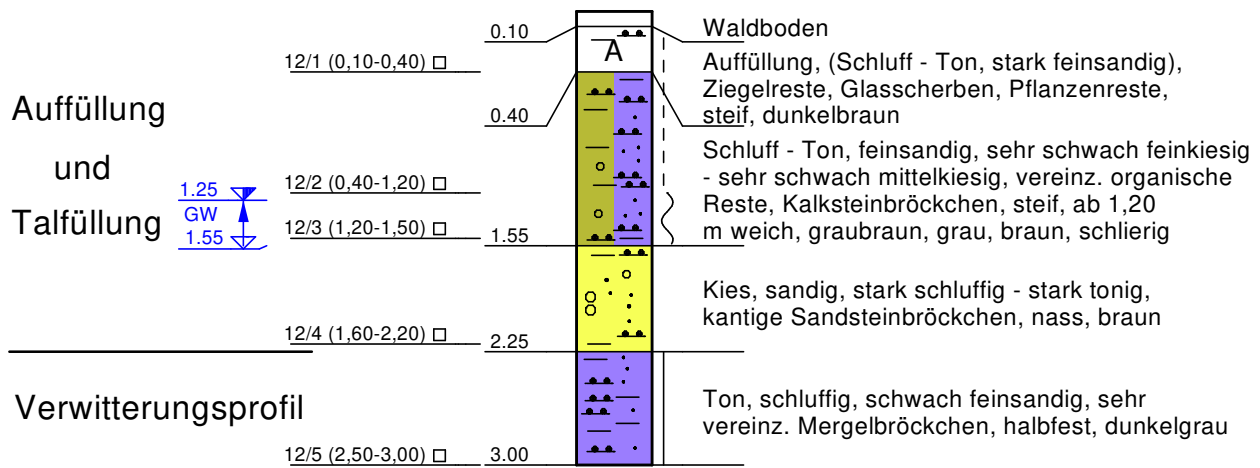


Aufnahme am 30.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

kein Wasser eingemessen (zu geringer Zulauf)

BS 12/2017

467,56 m NN



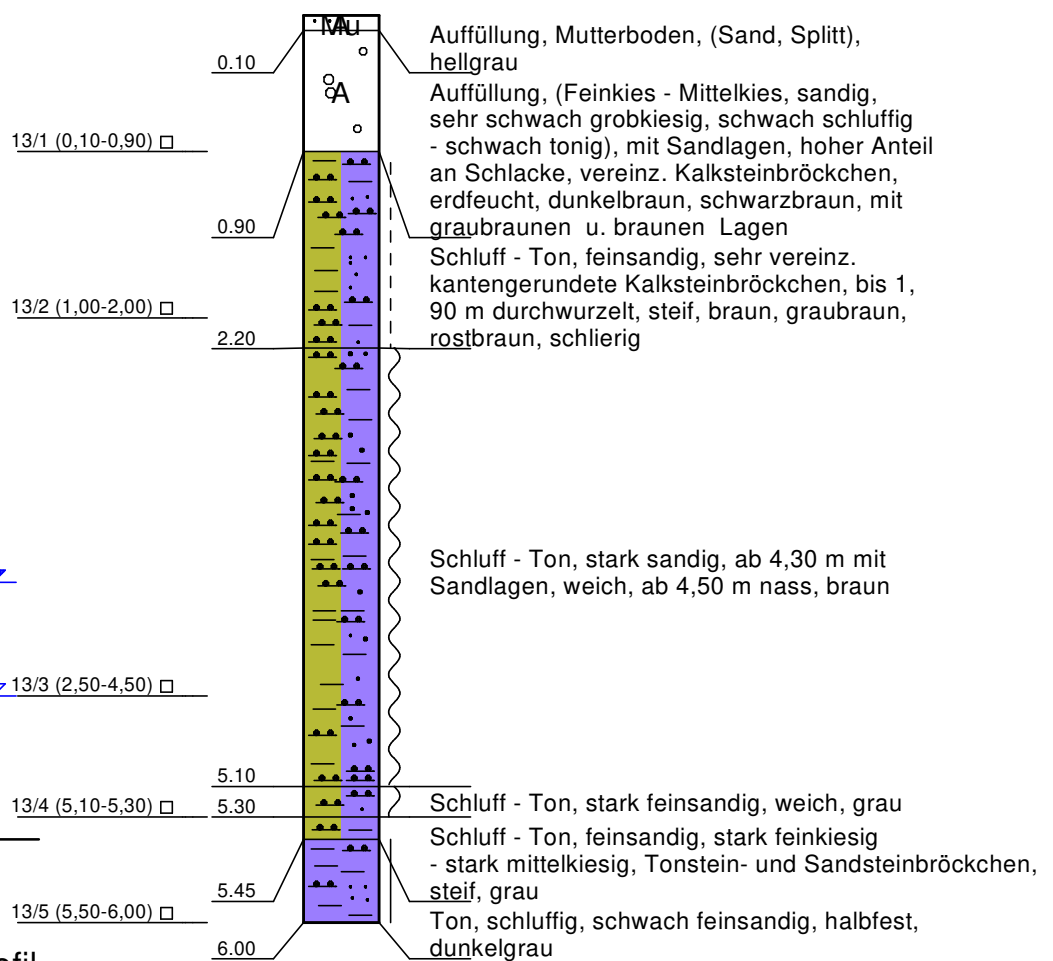
BS 13/2017

468,92 m NN

Auffüllung
und
Talfüllung

3.75
GW

4.50



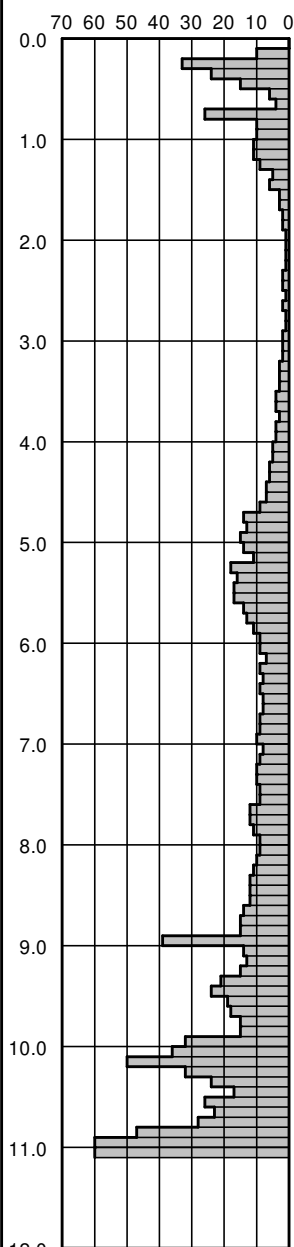
Verwitterungsprofil

Aufnahme am 22.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

DPH 3/2017

468,69 m NN

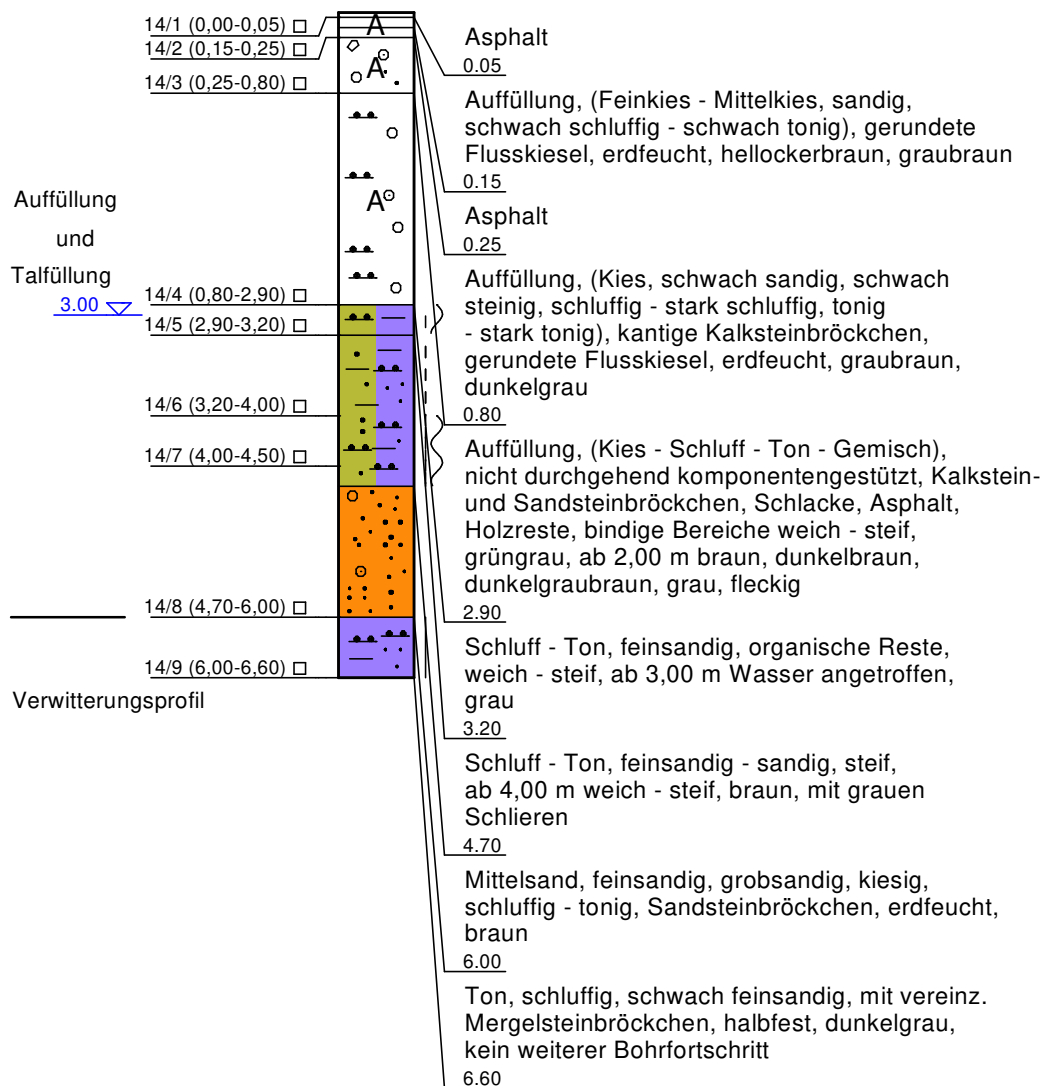
Schlagzahlen je 10 cm



2017/Fr / (bei 11,10 m 60 Schläge auf 5 cm)

BS 14/2017

468,69 m NN

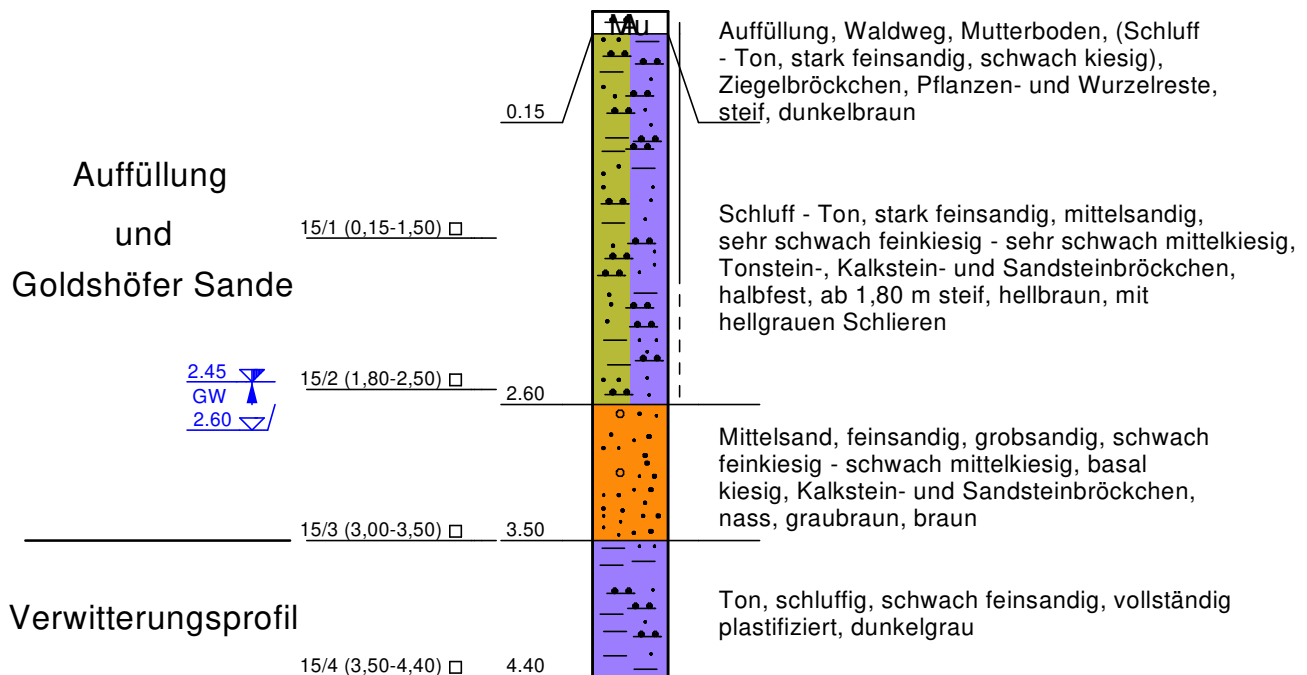


Aufnahme am 22.03.2017/Th. Peter/M 1: 75

Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch bei 2,00 m zugefallen

BS 15/2017

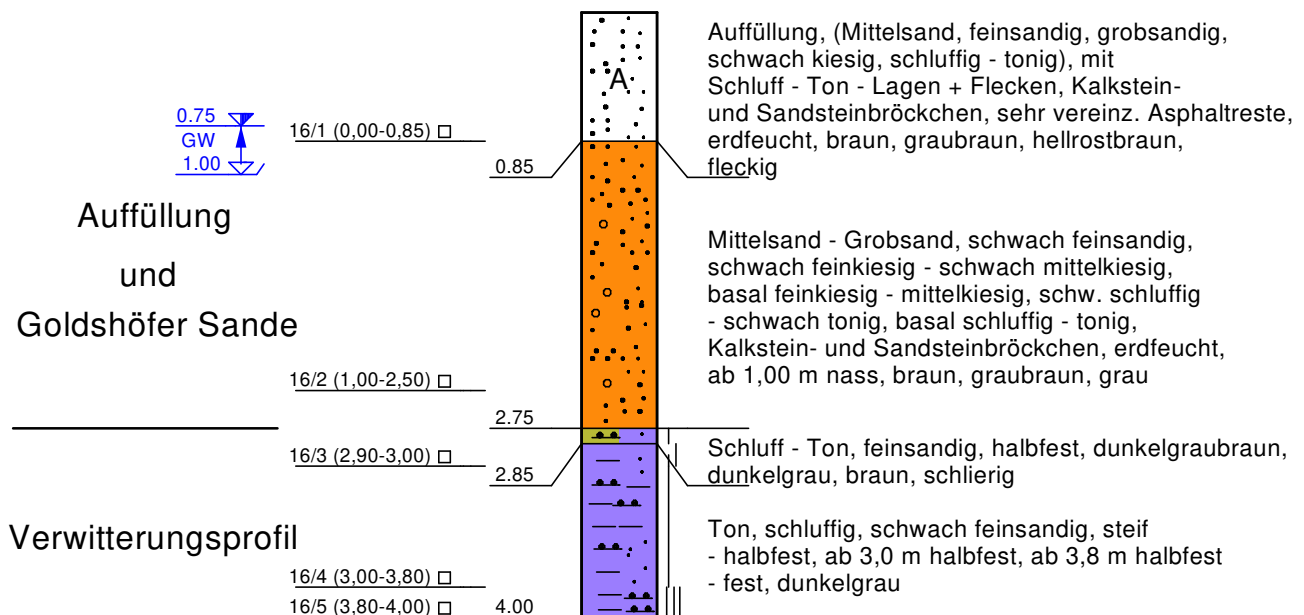
469,18 m NN



Aufnahme am 30.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

BS 16/2017

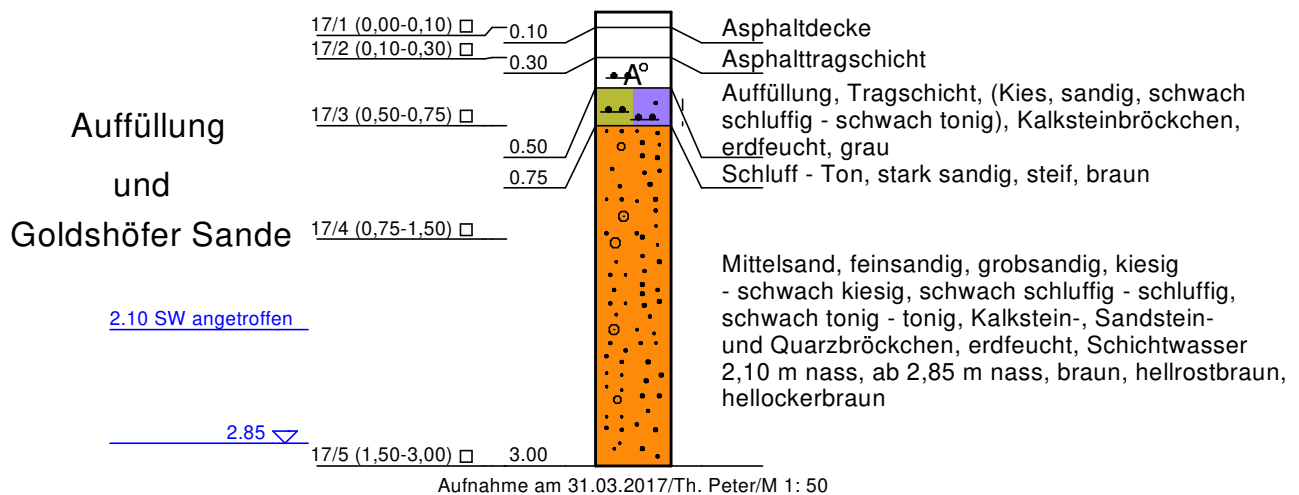
468,68 m NN



Aufnahme am 30.03.2017/Th. Peter/M 1: 50

BS 17/2017

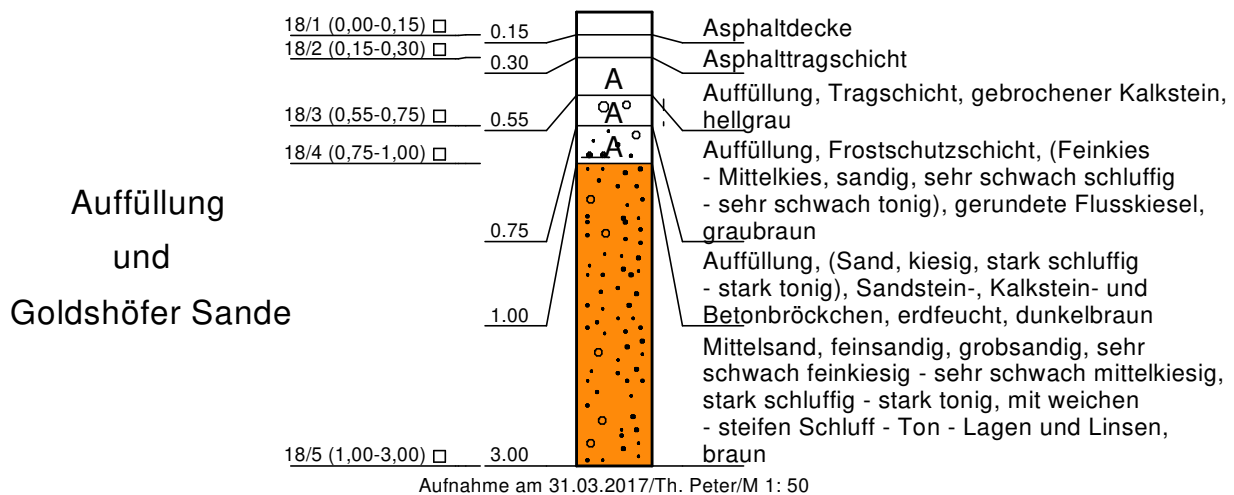
470,53 m NN

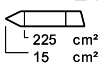
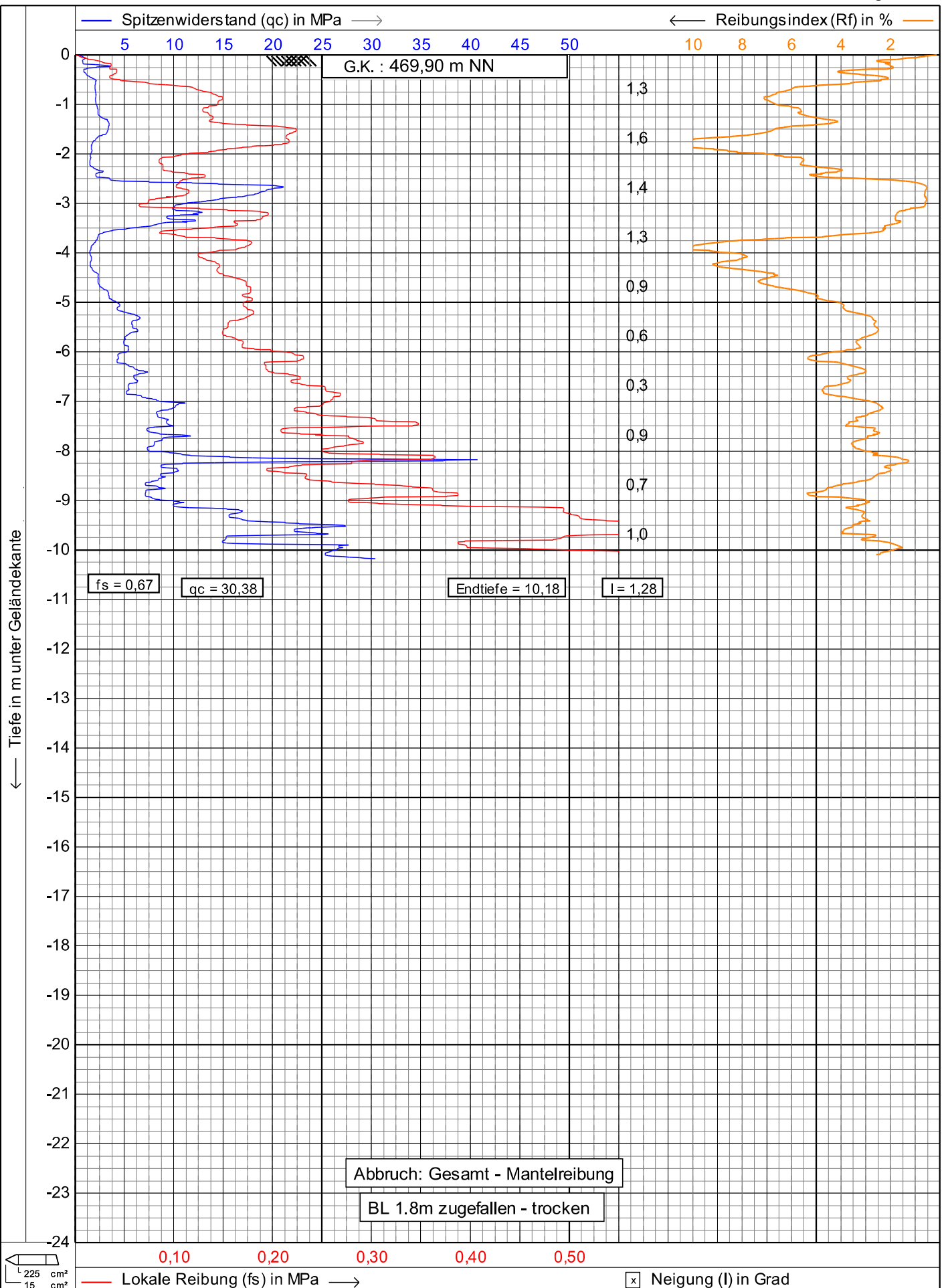


Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch bei 2,60 m zugefallen

BS 18/2017

467,70 m NN





← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Bodentyp-Index (Ic) →

0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 1.8m zugefallen - trocken

(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

225 cm²
15 cm²

7

6

5

4

3

2

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 1.8m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

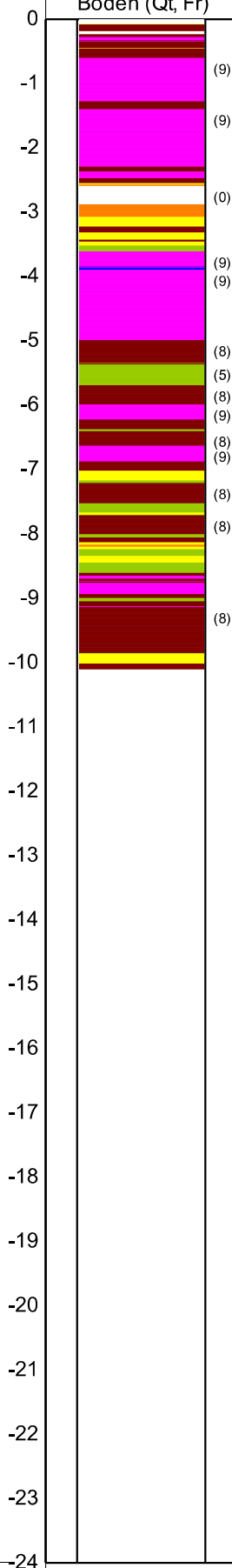
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Boden (Qt, Fr)

Boden (Qt, Bq)

Boden (gemittelt)

G.K. : 0,00 m

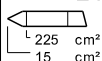


Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 1.8m zugefallen - trocken

- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)

Projekt : **Brückenneubau**

Ort : **Goldshöfe**

Datum : **14.08.2019**

Konus Nr. : **S15CFILS18285**

Projekt Nr. : **20190710-10005**

CPT Nr. : **DS 1**

4/5

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Winkel der inneren Reibung in Grad —→

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

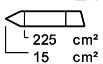
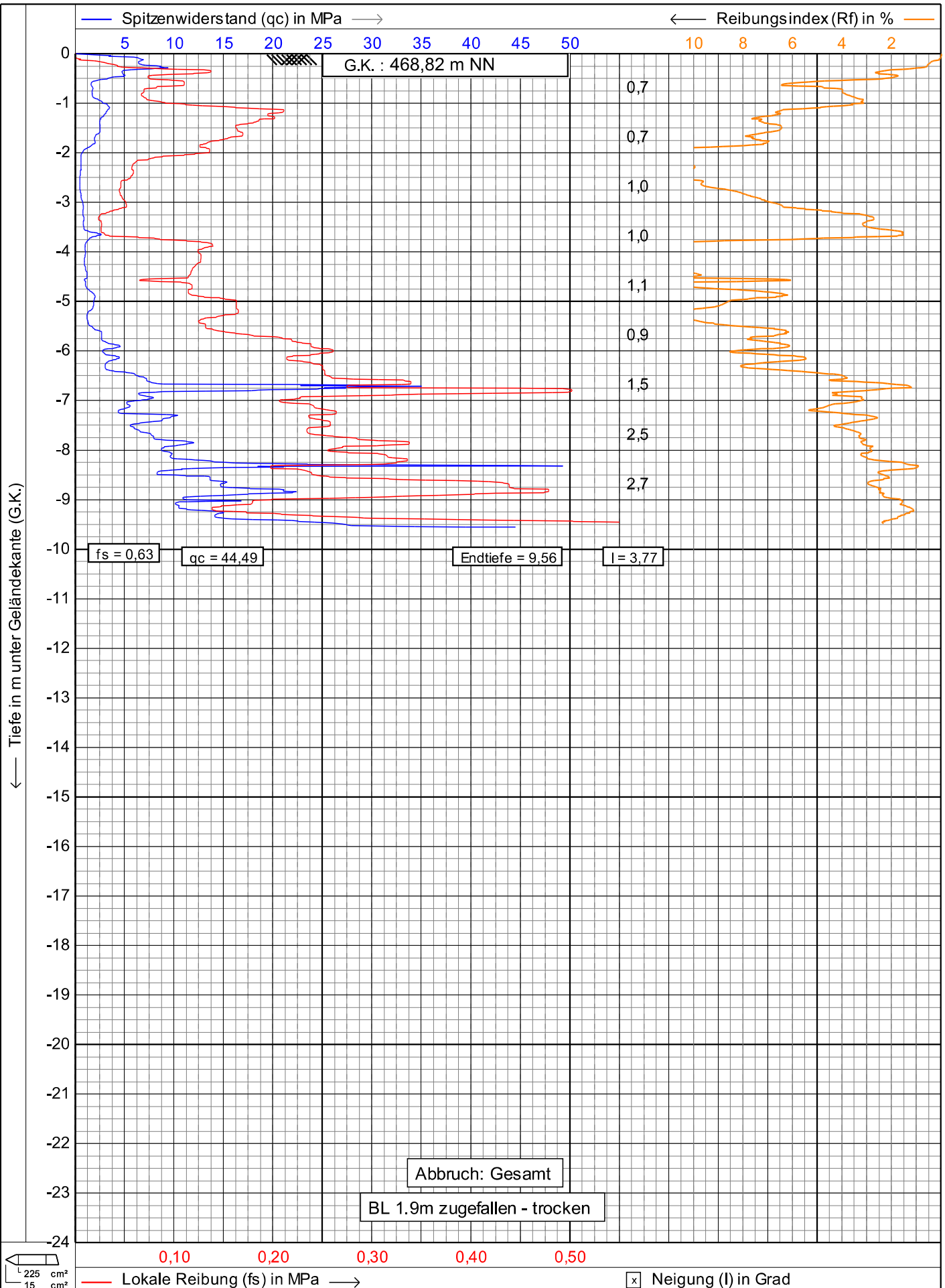
G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 1.8m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Bodentyp-Index (Ic) →

0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

G.K. : 0,00 m

225 cm²
15 cm²

Abbruch: Gesamt

BL 1.9m zugefallen - trocken

(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt

BL 1.9m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

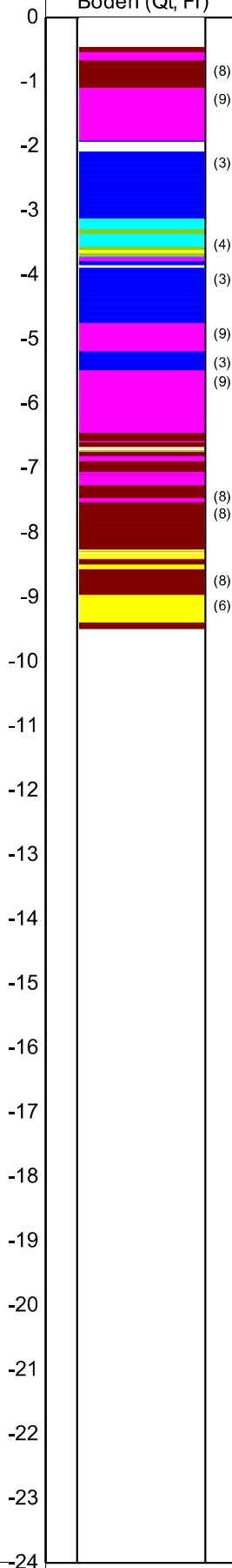
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Boden (Qt, Fr)

Boden (Qt, Bq)

Boden (gemittelt)

G.K. : 0,00 m



Abbruch: Gesamt

BL 1.9m zugefallen - trocken

- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

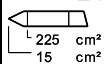
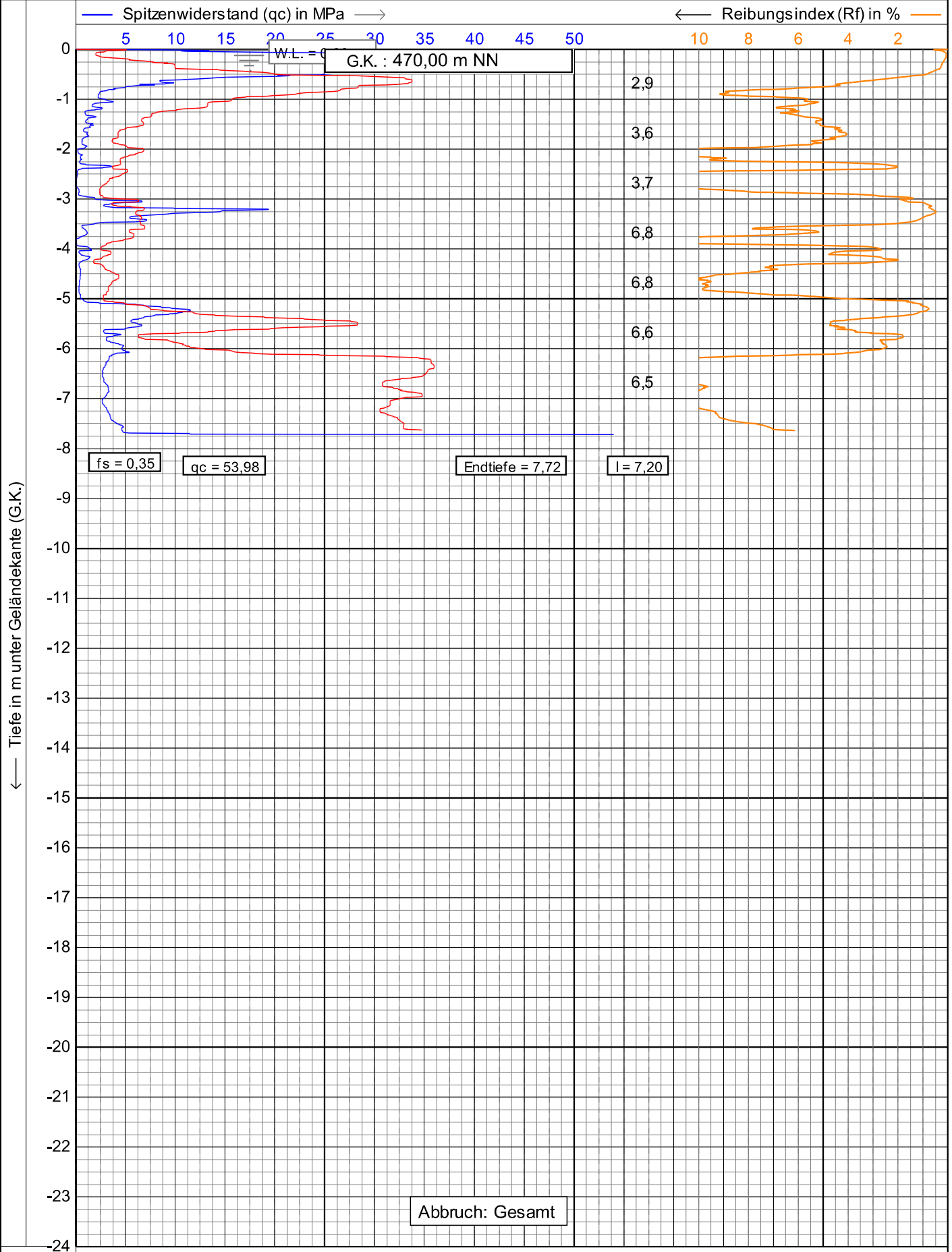
Winkel der inneren Reibung in Grad →
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

Abbruch: Gesamt

BL 1.9m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

→ Lokale Reibung (fs) in MPa

☒ Neigung (I) in Grad

geo
technik
heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)

Projekt : **Brückenneubau**

Ort : **Goldshöfe**

Datum : **13.08.2019**

Konus Nr. : **S15CFILS18285**

Projekt Nr. : **20190710-10005**

CPT Nr. : **DS 3**

1/5

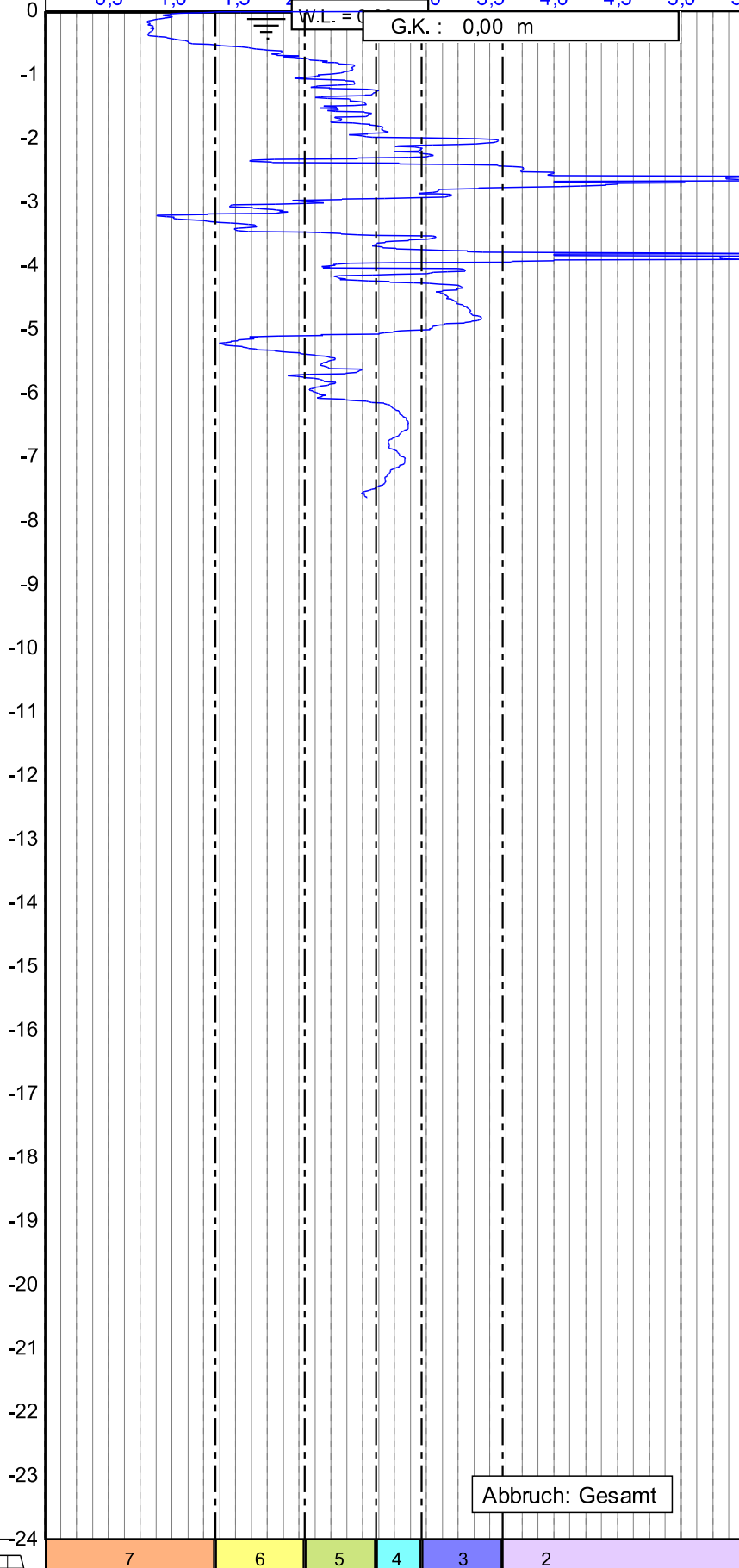
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Bodentyp-Index (Ic) →

0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

W.L. = 0

G.K. : 0,00 m



Abbruch: Gesamt

(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

W.L. = 0

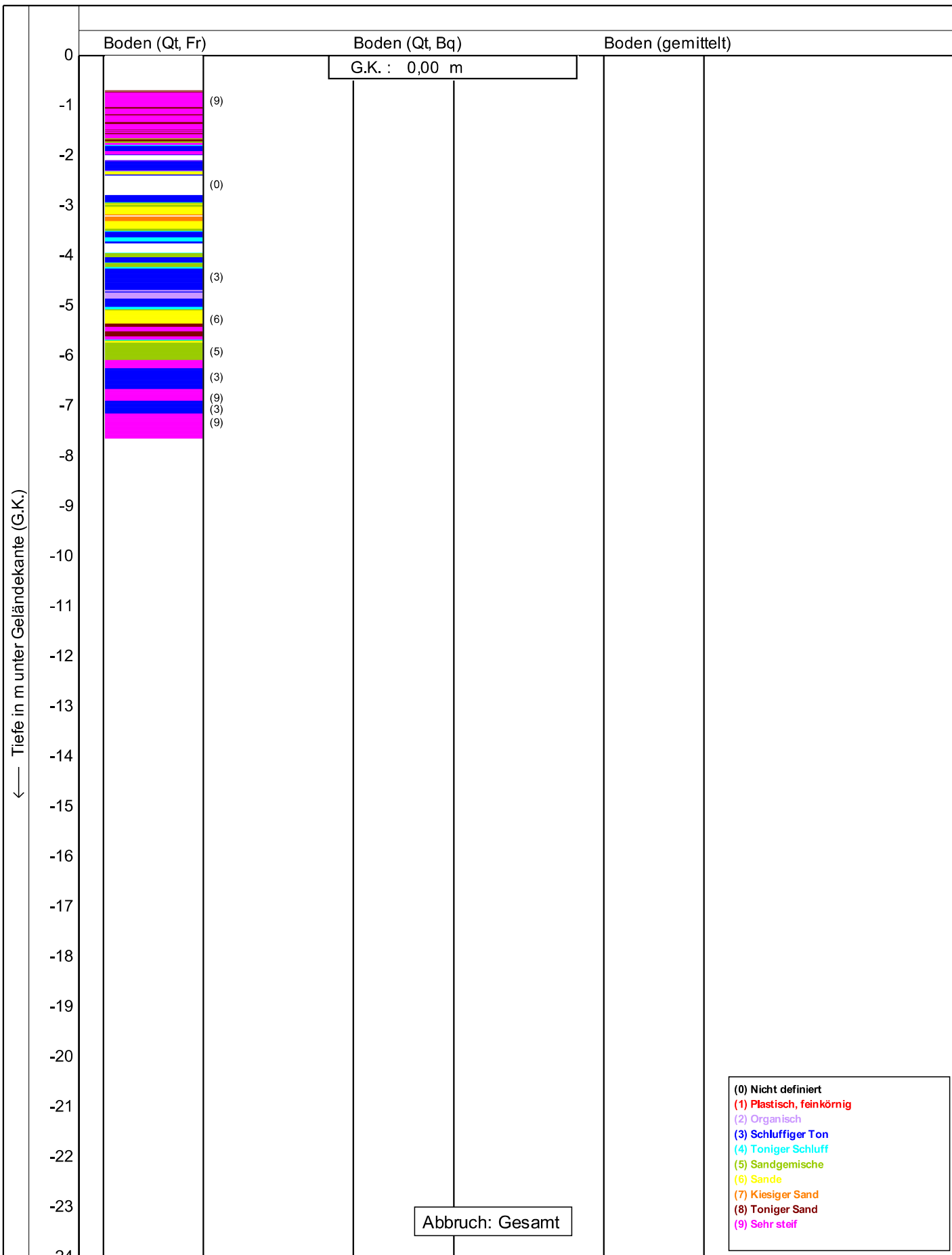
G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



Abbruch: Gesamt

- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)		Datum : 13.08.2019	
	Projekt : Brückenneubau		Konus Nr. : S15CFILS18285	
			Projekt Nr. : 20190710-10005	
	Ort : Goldshöfe		CPT Nr. : DS 3	4/5

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Winkel der inneren Reibung in Grad →

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

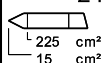
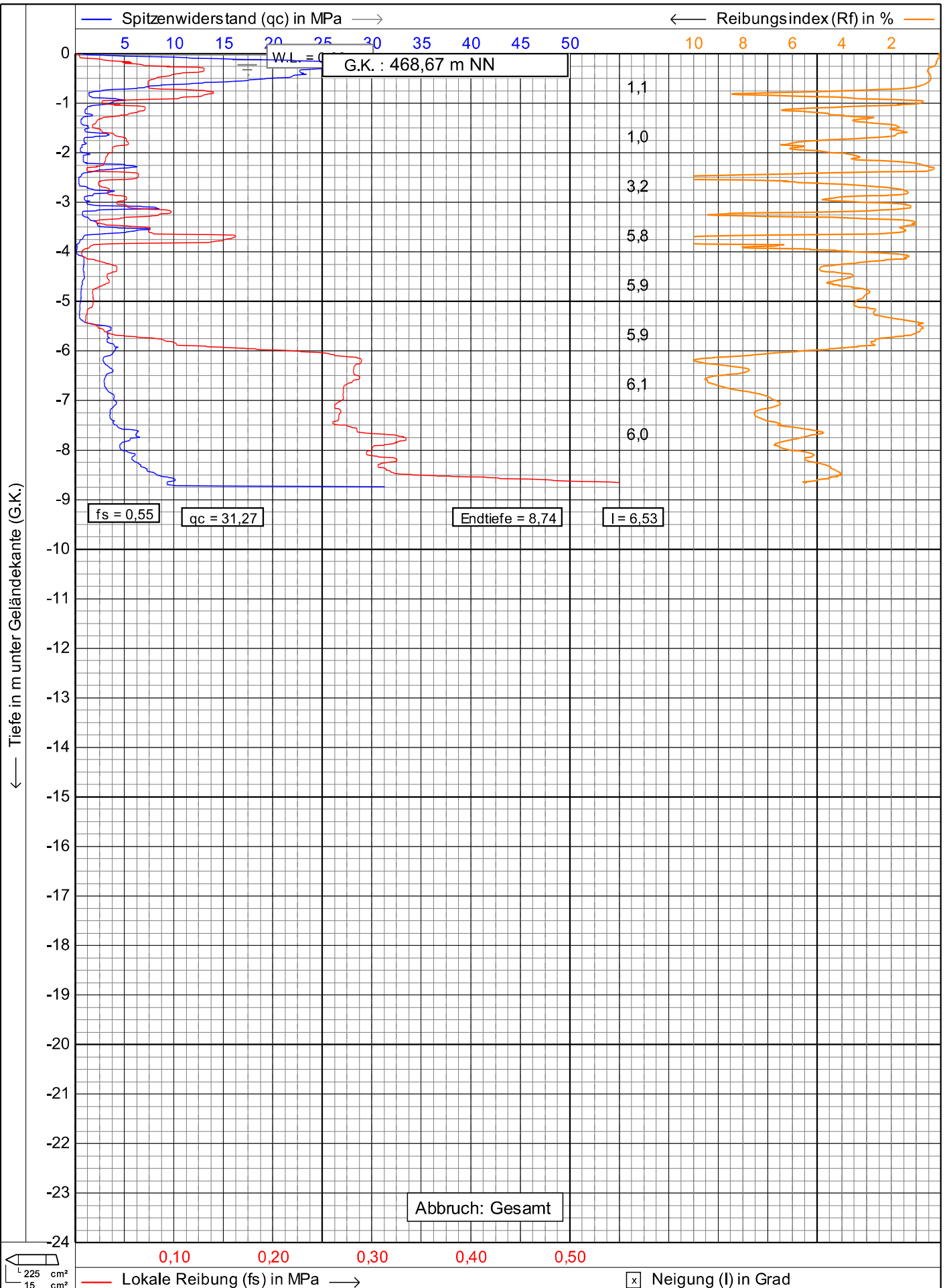
W.L. = 0

G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²

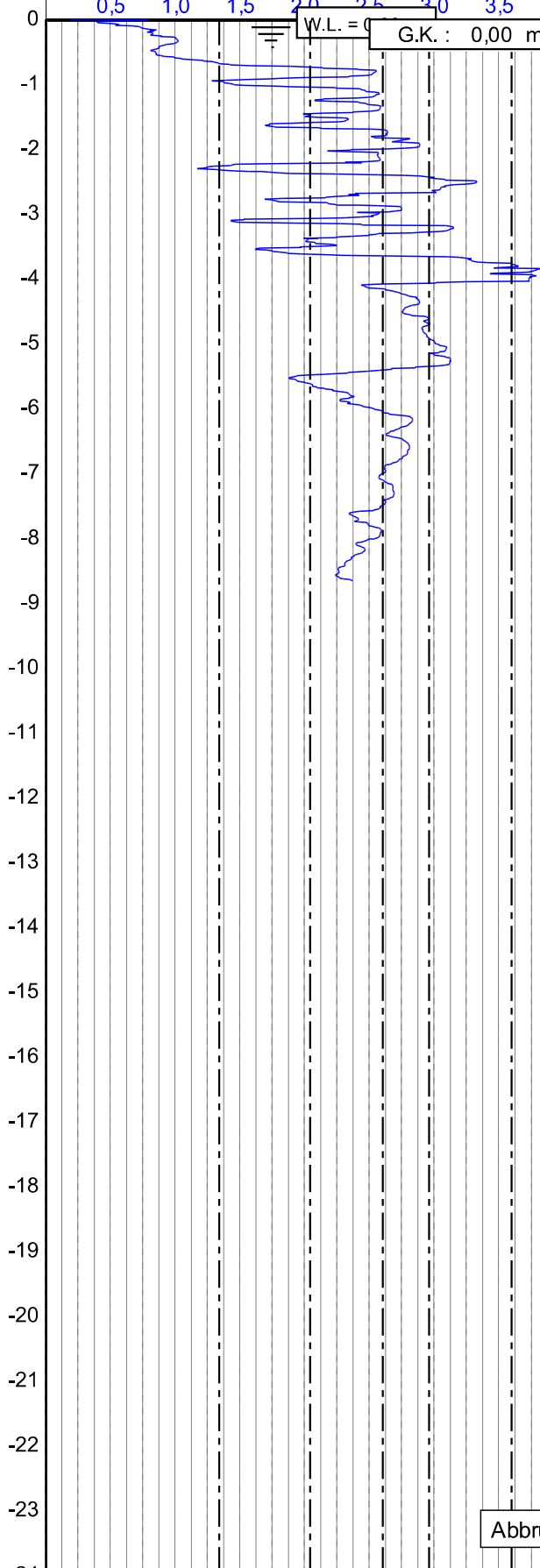


← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Bodentyp-Index (Ic) →

0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

W.L. = 0
G.K. : 0,00 m



(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

W.L. = 0

G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Winkel der inneren Reibung in Grad →

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

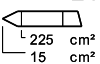
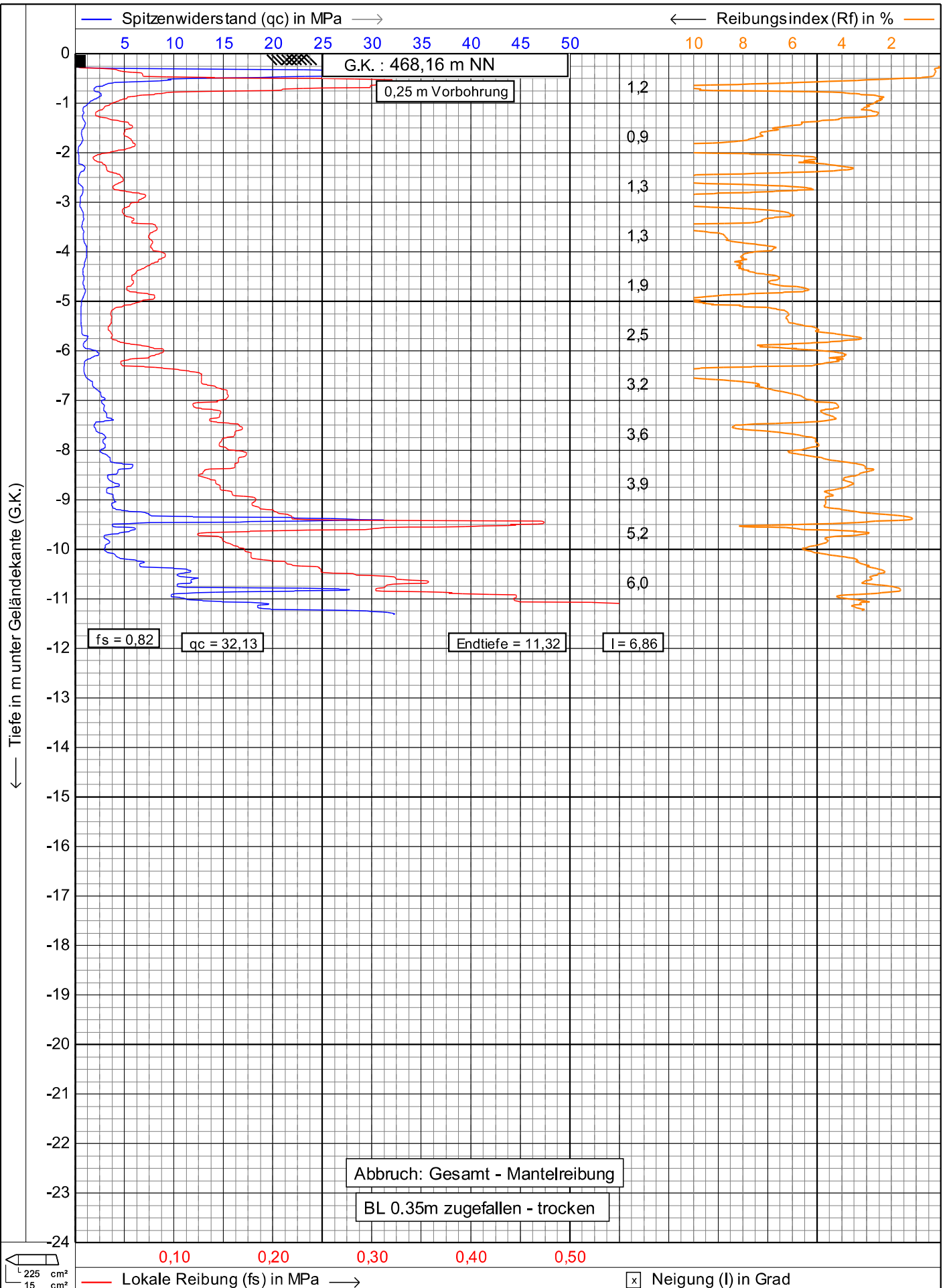
W.L. = 0

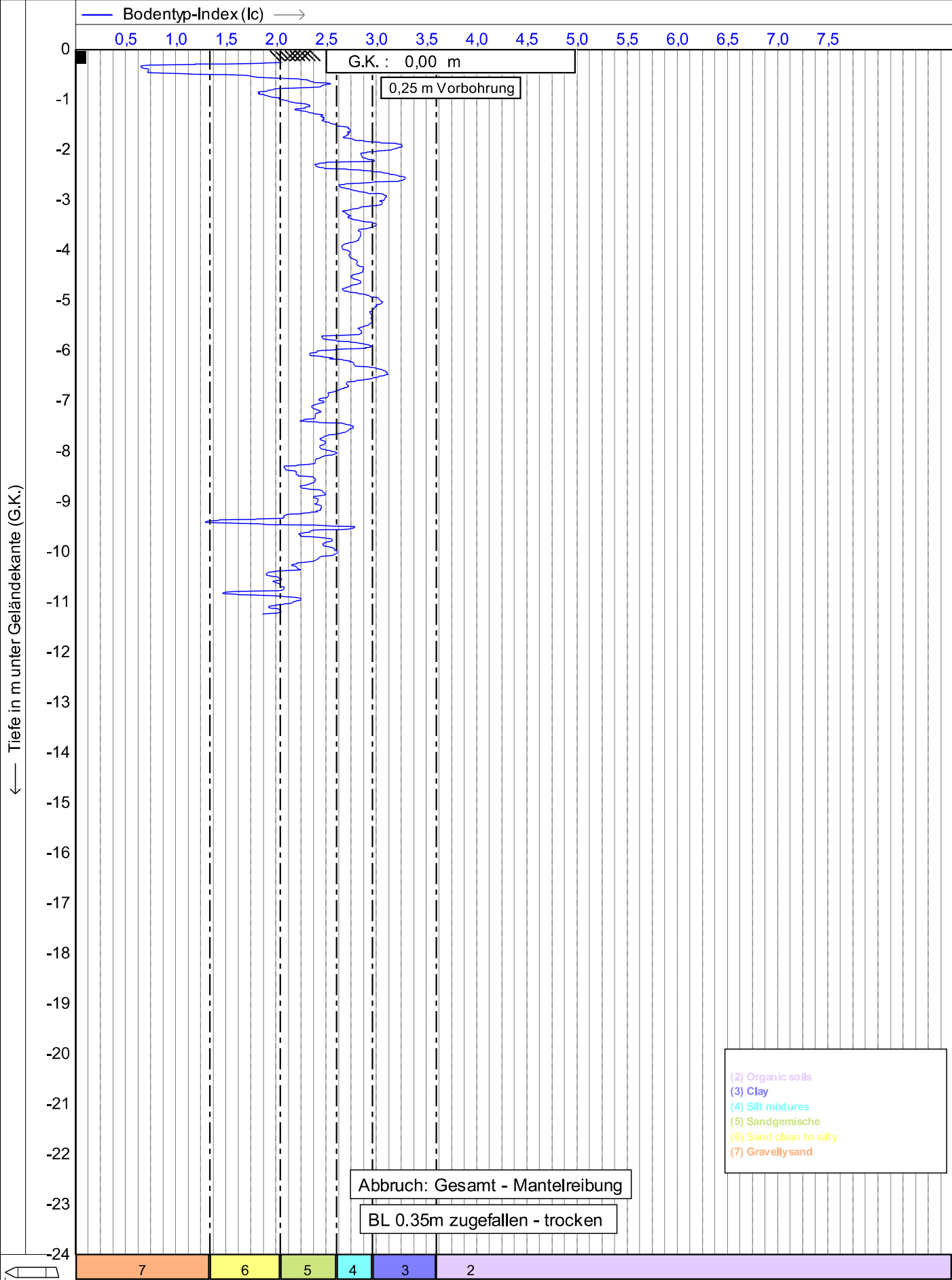
G.K. : 0,00 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt

225 cm²
15 cm²





← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

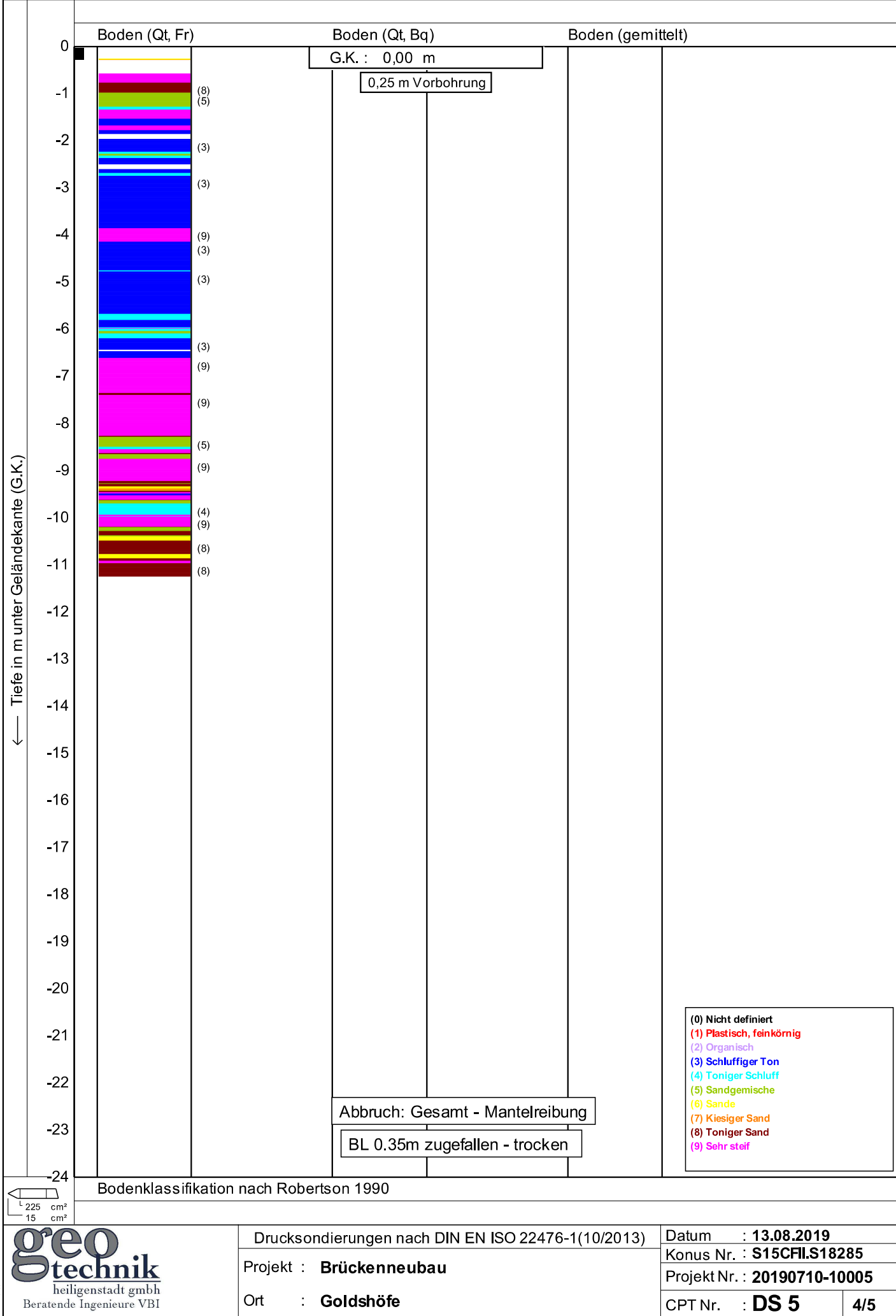
0,25 m Vorbohrung

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 0.35m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Winkel der inneren Reibung in Grad →
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

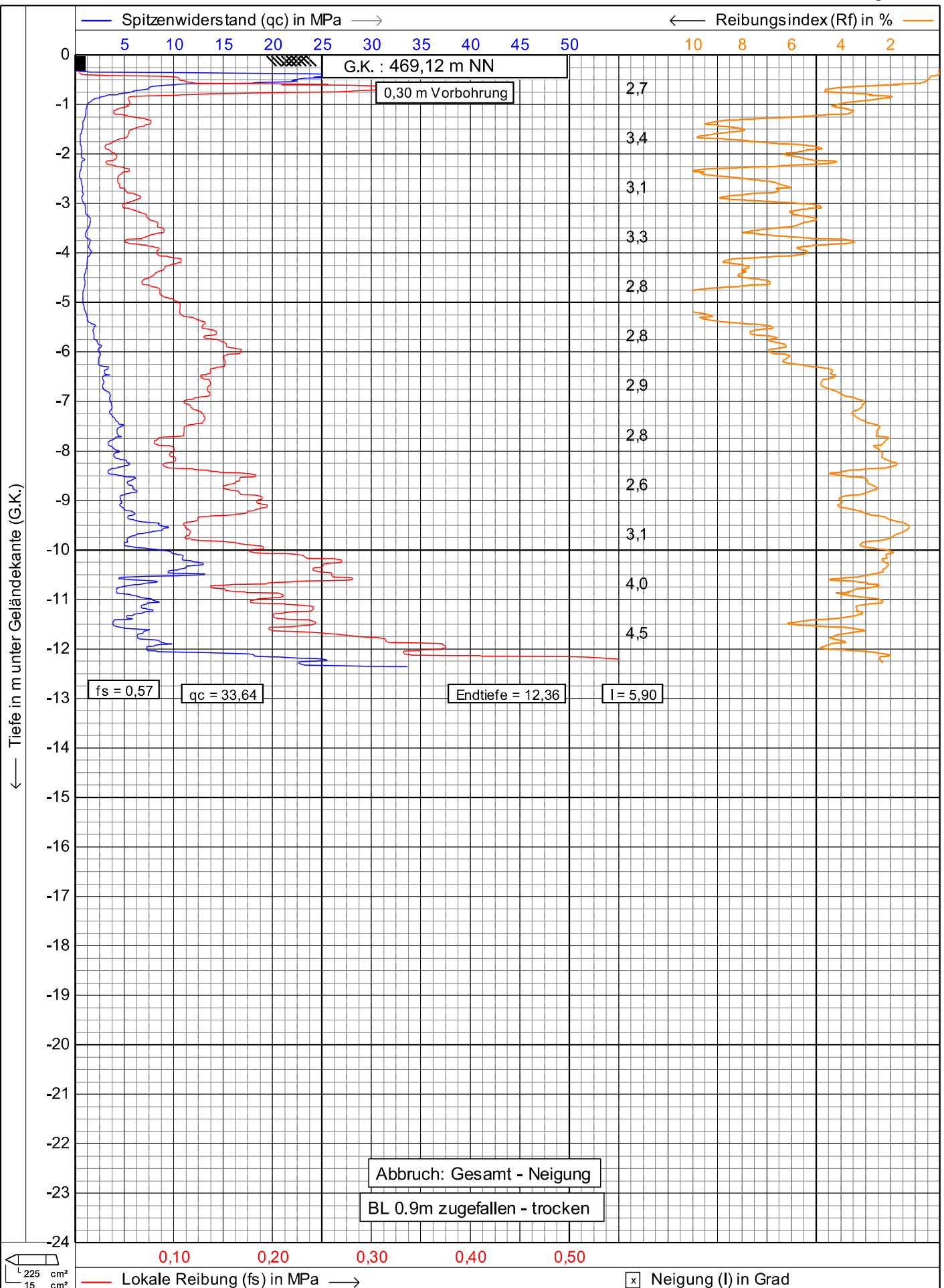
G.K. : 0,00 m

0,25 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

BL 0.35m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²



**geo
technik**
heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)

Projekt : **Brückenneubau**

Ort : **Goldshöfe**

Datum : **13.08.2019**

Konus Nr. : **S15CFILS18285**

Projekt Nr. : **20190710-10005**

CPT Nr. : **DS 6**

1/5

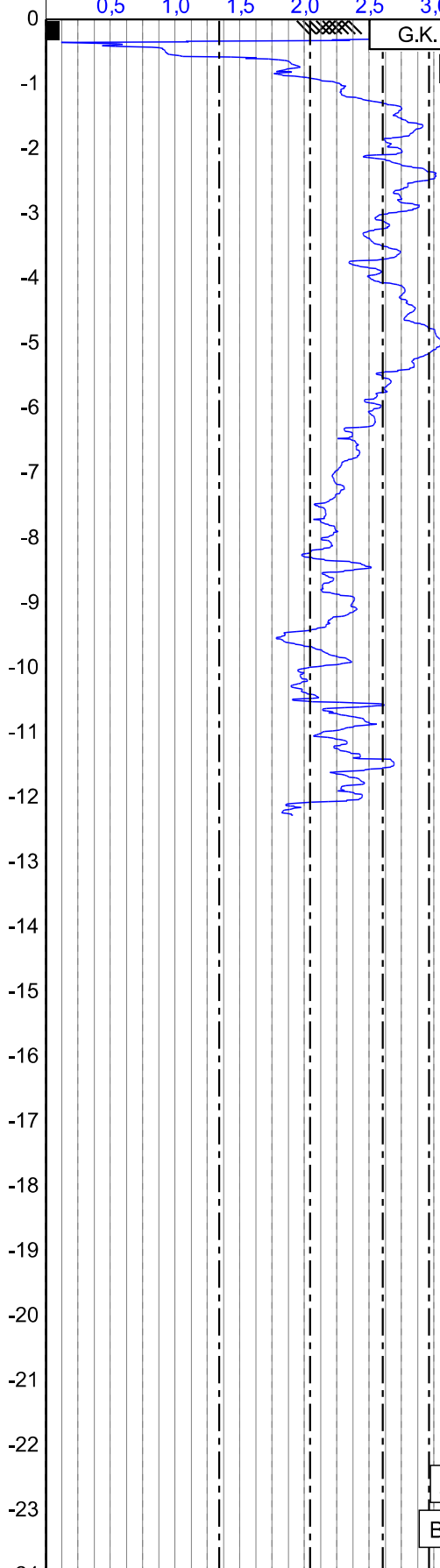
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Bodentyp-Index (Ic) —→

0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung



(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

Abbruch: Gesamt - Neigung

BL 0.9m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

geo
technik
heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1(10/2013)

Projekt : **Brückenneubau**

Ort : **Goldshöfe**

Datum : **13.08.2019**

Konus Nr. : **S15CFILS18285**

Projekt Nr. : **20190710-10005**

CPT Nr. : **DS 6**

2/5

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt - Neigung

BL 0.9m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Boden (Qt, Fr)

Boden (Qt, Bq)

Boden (gemittelt)

G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt - Neigung

BL 0.9m zugefallen - trocken

- (0) Nicht definiert
(1) Plastisch, feinkörnig
(2) Organisch
(3) Schluffiger Ton
(4) Toniger Schluff
(5) Sandgemische
(6) Sande
(7) Kiesiger Sand
(8) Toniger Sand
(9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Winkel der inneren Reibung in Grad →

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

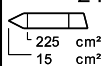
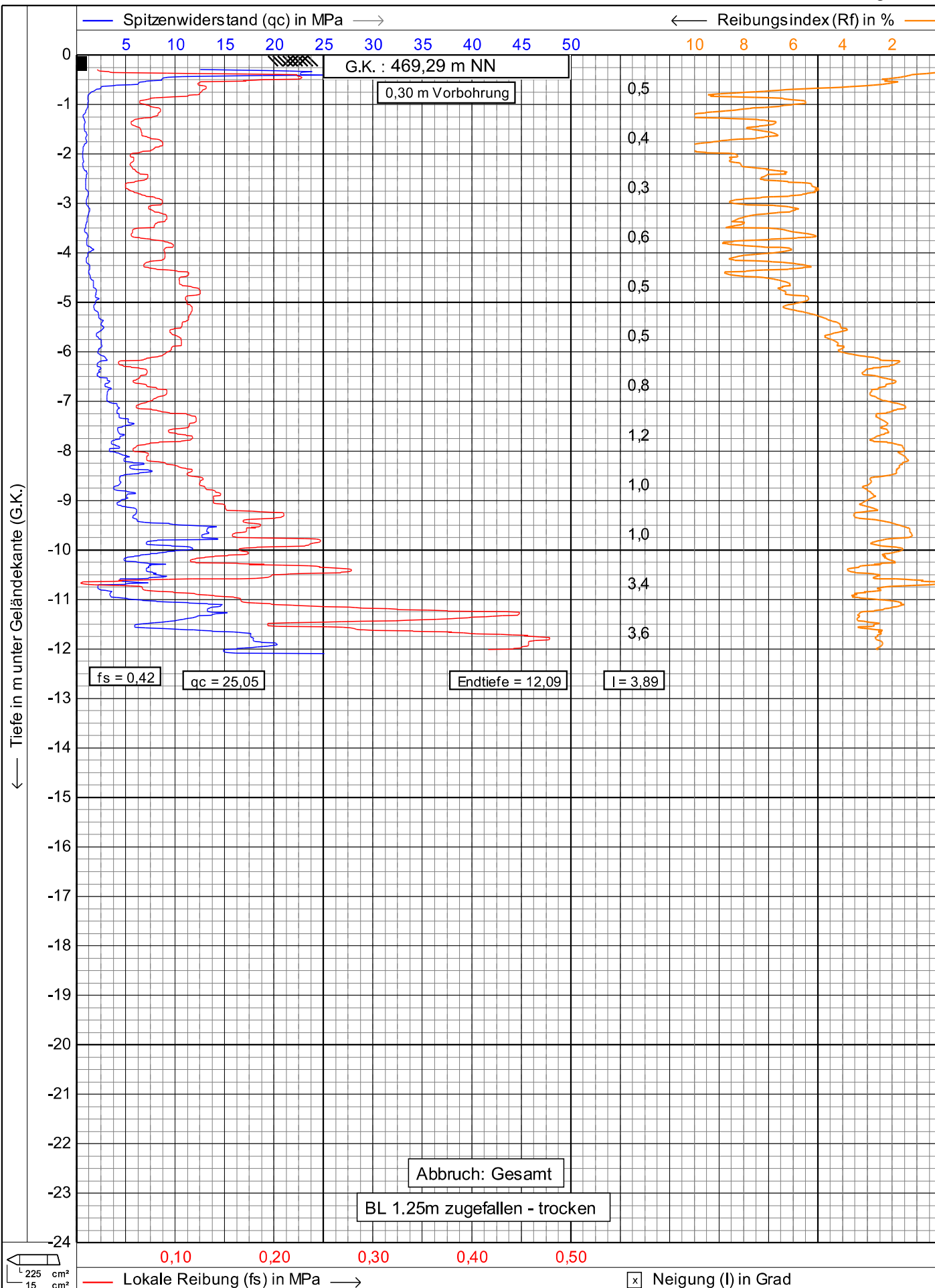
G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt - Neigung

BL 0.9m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²



← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Bodentyp-Index (Ic) →
0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5

G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt

BL 1.25m zugefallen - trocken

(2) Organic soils
(3) Clay
(4) Silt mixtures
(5) Sandgemische
(6) Sand clean to silty
(7) Gravelly sand

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —→
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

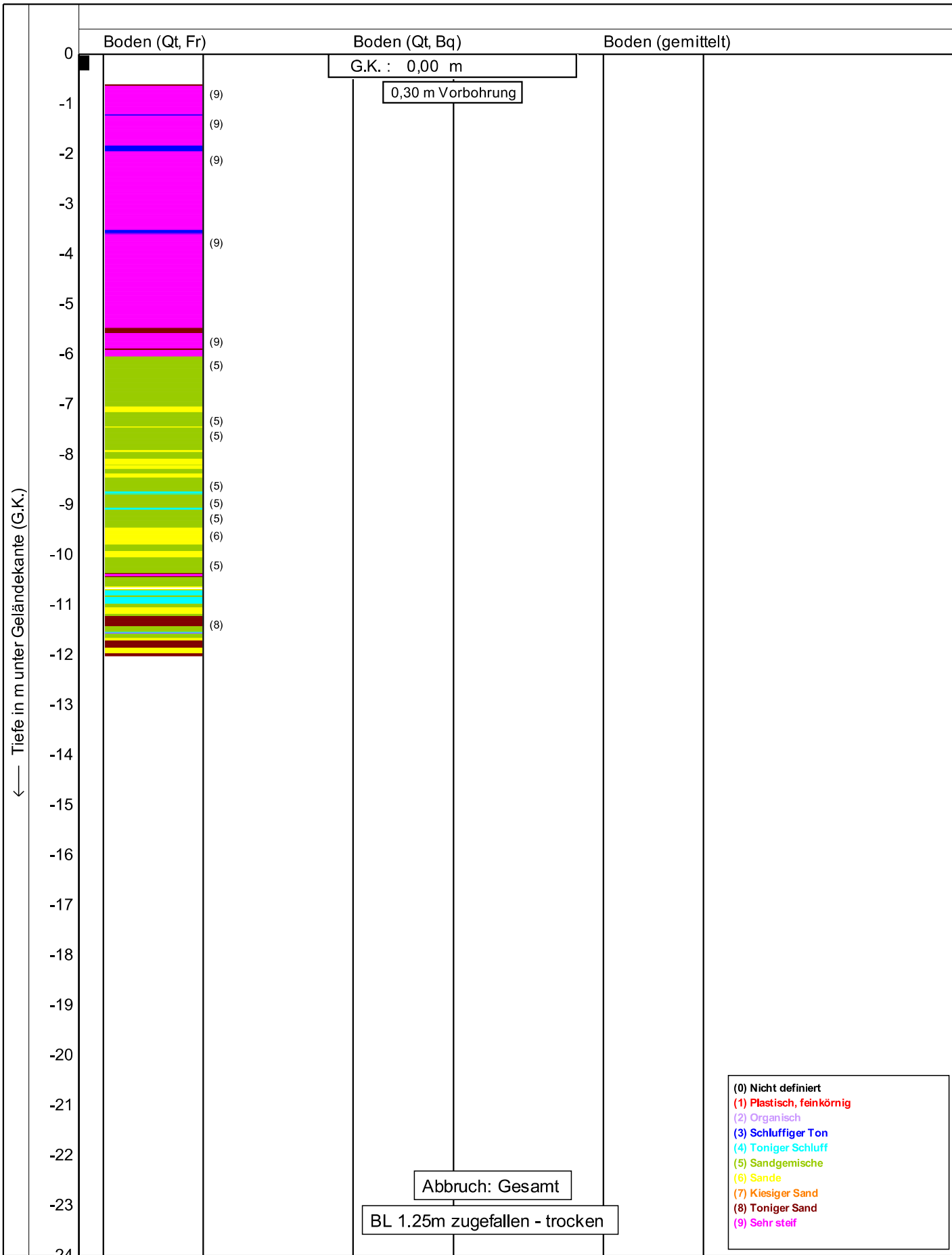
0,30 m Vorbohrung

Abbruch: Gesamt

BL 1.25m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

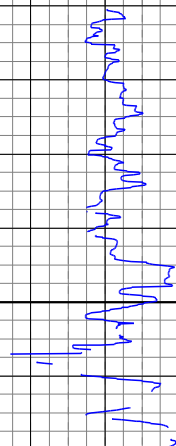
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Winkel der inneren Reibung in Grad →

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

0,30 m Vorbohrung



Abbruch: Gesamt

BL 1.25m zugefallen - trocken

225 cm²
15 cm²

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/Pe

Datum: 04.04.2017

Prüfungsnummer: 01
Entnahmestelle: BS 1 - BS 5
Tiefe: s. Schichtenverzeichnis
Bodenart: s. Schichtenverzeichnis
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 07.03./30.03.2017 durch Pe

Probenbezeichnung:	1/3	1/5	2/4	2/5	2/6
Feuchte Probe + Behälter [g]:	381.00	449.50	430.80	274.10	443.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	341.80	376.20	407.10	243.00	361.90
Behälter [g]:	107.03	105.40	109.50	104.10	99.70
Porenwasser [g]:	39.20	73.30	23.70	31.10	81.10
Trockene Probe [g]:	234.77	270.80	297.60	138.90	262.20
Wassergehalt [%]	16.70	27.07	7.96	22.39	30.93

Probenbezeichnung:	3/5	4/2	4/3	4/4	4/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	350.70	1663.10	573.20	485.50	493.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	305.40	1535.40	493.70	393.70	420.70
Behälter [g]:	104.40	616.30	120.40	107.10	109.90
Porenwasser [g]:	45.30	127.70	79.50	91.80	73.20
Trockene Probe [g]:	201.00	919.10	373.30	286.60	310.80
Wassergehalt [%]	22.54	13.89	21.30	32.03	23.55

Probenbezeichnung:	5/4	5/5	5/6	5/7	5/8
Feuchte Probe + Behälter [g]:	535.20	521.20	397.60	468.00	548.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	445.90	424.90	349.40	414.10	466.50
Behälter [g]:	105.10	98.50	111.50	110.30	221.10
Porenwasser [g]:	89.30	96.30	48.20	53.90	81.60
Trockene Probe [g]:	340.80	326.40	237.90	303.80	245.40
Wassergehalt [%]	26.20	29.50	20.26	17.74	33.25

Probenbezeichnung:	5/9	5/10	5/11	5/12	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	480.90	500.30	506.70	451.30	
Trockene Probe + Behälter [g]:	400.60	438.60	452.60	409.60	
Behälter [g]:	113.50	103.50	99.10	109.60	
Porenwasser [g]:	80.30	61.70	54.10	41.70	
Trockene Probe [g]:	287.10	335.10	353.50	300.00	
Wassergehalt [%]	27.97	18.41	15.30	13.90	

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/Pe

Datum: 04.04.2017

Prüfungsnummer: 02
Entnahmestelle: BS 6 - BS 9
Tiefe: s. Schichtenverzeichnis
Bodenart: s. Schichtenverzeichnis
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 07.03./22.03.2017 durch Pe

Probenbezeichnung:	6/3	6/4	7/5	7/6	7/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	479.60	432.00	1795.60	549.70	531.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	391.90	356.50	1641.40	473.60	460.10
Behälter [g]:	103.30	106.70	620.80	110.30	119.60
Porenwasser [g]:	87.70	75.50	154.20	76.10	70.90
Trockene Probe [g]:	288.60	249.80	1020.60	363.30	340.50
Wassergehalt [%]	30.39	30.22	15.11	20.95	20.82

Probenbezeichnung:	7/8	7/9	8/5	8/6	8/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	543.60	460.70	383.60	430.50	440.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	460.50	402.60	320.70	359.30	373.60
Behälter [g]:	106.40	102.10	109.90	101.70	107.90
Porenwasser [g]:	83.10	58.10	62.90	71.20	66.70
Trockene Probe [g]:	354.10	300.50	210.80	257.60	265.70
Wassergehalt [%]	23.47	19.33	29.84	27.64	25.10

Probenbezeichnung:	8/8	9/1	9/2	9/3	9/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	597.00	514.20	513.80	708.90	517.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	517.60	424.50	451.90	641.90	455.60
Behälter [g]:	123.90	108.30	109.10	256.60	109.80
Porenwasser [g]:	79.40	89.70	61.90	67.00	61.90
Trockene Probe [g]:	393.70	316.20	342.80	385.30	345.80
Wassergehalt [%]	20.17	28.37	18.06	17.39	17.90

Probenbezeichnung:	9/5	9/6	9/7	9/8	9/9
Feuchte Probe + Behälter [g]:	334.40	454.40	550.00	471.10	494.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	290.80	390.20	486.90	429.10	446.90
Behälter [g]:	103.10	109.80	118.50	120.20	107.20
Porenwasser [g]:	43.60	64.20	63.10	42.00	47.30
Trockene Probe [g]:	187.70	280.40	368.40	308.90	339.70
Wassergehalt [%]	23.23	22.90	17.13	13.60	13.92

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/Pe

Datum: 04.04.2017

Prüfungsnummer: 03
Entnahmestelle: BS 10 - BS 14
Tiefe: s. Schichtenverzeichnis
Bodenart: s. Schichtenverzeichnis
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 22.03./30.03.2017 durch Pe

Probenbezeichnung:	10/2	10/3	10/4	11/1	11/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	531.30	434.00	559.90	522.30	413.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	443.00	375.50	476.80	421.30	352.10
Behälter [g]:	107.90	112.30	110.20	99.50	115.30
Porenwasser [g]:	88.30	58.50	83.10	101.00	60.90
Trockene Probe [g]:	335.10	263.20	366.60	321.80	236.80
Wassergehalt [%]	26.35	22.23	22.67	31.39	25.72

Probenbezeichnung:	11/3	12/2	12/3	12/5	13/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	467.60	511.10	431.40	476.50	502.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	401.40	409.60	362.20	411.10	447.10
Behälter [g]:	120.10	103.10	109.80	109.70	120.20
Porenwasser [g]:	66.20	101.50	69.20	65.40	55.10
Trockene Probe [g]:	281.30	306.50	252.40	301.40	326.90
Wassergehalt [%]	23.53	33.12	27.42	21.70	16.86

Probenbezeichnung:	13/3	13/4	13/5	14/5	14/6
Feuchte Probe + Behälter [g]:	477.40	327.30	411.00	643.70	561.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	412.50	288.80	354.00	562.30	482.40
Behälter [g]:	108.30	109.10	107.90	226.90	102.10
Porenwasser [g]:	64.90	38.50	57.00	81.40	79.30
Trockene Probe [g]:	304.20	179.70	246.10	335.40	380.30
Wassergehalt [%]	21.33	21.42	23.16	24.27	20.85

Probenbezeichnung:	14/7	14/8	14/9		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	499.90	443.70	547.20		
Trockene Probe + Behälter [g]:	431.50	395.50	487.40		
Behälter [g]:	106.40	101.70	123.90		
Porenwasser [g]:	68.40	48.20	59.80		
Trockene Probe [g]:	325.10	293.80	363.50		
Wassergehalt [%]	21.04	16.41	16.45		

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/Pe

Datum: 04.04.2017

Prüfungsnummer: 04

Entnahmestelle: BS 15 - BS 18

Tiefe: s. Schichtenverzeichnis

Bodenart: s. Schichtenverzeichnis

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 30.03./31.03.2017 durch Pe

Probenbezeichnung:	15/1	15/2	15/4	16/2	16/3
Feuchte Probe + Behälter [g]:	522.30	644.00	471.30	1018.70	334.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	461.40	558.80	406.10	913.10	292.30
Behälter [g]:	105.10	119.70	98.60	250.50	99.70
Porenwasser [g]:	60.90	85.20	65.20	105.60	42.40
Trockene Probe [g]:	356.30	439.10	307.50	662.60	192.60
Wassergehalt [%]	17.09	19.40	21.20	15.94	22.01

Probenbezeichnung:	16/4	16/5	17/3	17/4	18/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	408.60	337.50	465.70	1035.40	915.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	356.70	304.90	416.80	959.30	825.60
Behälter [g]:	104.40	109.80	107.10	251.00	253.70
Porenwasser [g]:	51.90	32.60	48.90	76.10	89.90
Trockene Probe [g]:	252.30	195.10	309.70	708.30	571.90
Wassergehalt [%]	20.57	16.71	15.79	10.74	15.72

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa/Kir

Datum: 22.08.2019

Prüfungsnummer: 05
Entnahmestelle: KB 1, KB 2
Tiefe: siehe Anlage 2.0
Bodenart: siehe Anlage 2.0
Art der Entnahme: gestört
Entnahme: 05.-09.08.19 durch Za/Ca

Probenbezeichnung:	KB1/1	KB1/2	KB1/4	KB1/6	KB1/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	445.70	476.70	552.00	176.20	595.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	399.20	418.40	460.40	172.90	532.10
Behälter [g]:	98.60	101.00	101.70	47.30	110.00
Porenwasser [g]:	46.50	58.30	91.60	3.30	63.20
Trockene Probe [g]:	300.60	317.40	358.70	125.60	422.10
Wassergehalt [%]	15.47	18.37	25.54	2.63	14.97

Probenbezeichnung:	KB2/4	KB2/5	KB2/6	KB2/7	KB2/8
Feuchte Probe + Behälter [g]:	560.60	466.20	504.90	512.00	544.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	484.10	388.20	447.70	444.80	447.50
Behälter [g]:	108.00	108.60	110.00	110.30	109.30
Porenwasser [g]:	76.50	78.00	57.20	67.20	97.30
Trockene Probe [g]:	376.10	279.60	337.70	334.50	338.20
Wassergehalt [%]	20.34	27.90	16.94	20.09	28.77

Probenbezeichnung:	KB2/9	KB2/10	KB2/11	KB2/12	KB2/13
Feuchte Probe + Behälter [g]:	680.50	582.10	623.30	619.30	592.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	588.40	519.90	488.30	552.80	537.60
Behälter [g]:	105.50	110.30	110.40	108.40	109.90
Porenwasser [g]:	92.10	62.20	135.00	66.50	55.10
Trockene Probe [g]:	482.90	409.60	377.90	444.40	427.70
Wassergehalt [%]	19.07	15.19	35.72	14.96	12.88

Probenbezeichnung:	KB2/15	KB2/16	KB2/17	KB2/18	KB2/20
Feuchte Probe + Behälter [g]:	468.30	511.20	171.00	811.90	138.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	447.50	476.40	163.90	773.20	132.40
Behälter [g]:	114.30	110.10	47.80	120.30	49.60
Porenwasser [g]:	20.80	34.80	7.10	38.70	6.40
Trockene Probe [g]:	333.20	366.30	116.10	652.90	82.80
Wassergehalt [%]	6.24	9.50	6.12	5.93	7.73

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa/Kir

Datum: 22.08.2019

Prüfungsnummer: 06
Entnahmestelle: KB 3, KB 4
Tiefe: siehe Anlage 2.0
Bodenart: siehe Anlage 2.0
Art der Entnahme: gestört
Entnahme: 07./08.08.2019 durch Za

Probenbezeichnung:	KB3/2	KB3/3	KB3/5	KB3/6	KB3/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	533.70	539.80	592.80	789.40	712.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	458.90	467.40	515.90	713.30	656.70
Behälter [g]:	108.50	107.10	120.10	279.40	280.70
Porenwasser [g]:	74.80	72.40	76.90	76.10	55.90
Trockene Probe [g]:	350.40	360.30	395.80	433.90	376.00
Wassergehalt [%]	21.35	20.09	19.43	17.54	14.87

Probenbezeichnung:	KB3/8	KB3/9	KB3/11	KB3/12	KB3/13
Feuchte Probe + Behälter [g]:	812.40	643.80	869.30	155.20	667.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	735.70	596.50	827.70	148.30	632.60
Behälter [g]:	184.20	161.50	185.70	47.80	157.00
Porenwasser [g]:	76.70	47.30	41.60	6.90	35.10
Trockene Probe [g]:	551.50	435.00	642.00	100.50	475.60
Wassergehalt [%]	13.91	10.87	6.48	6.87	7.38

Probenbezeichnung:	KB3/14	KB4/2	KB4/3	KB4/4	KB4/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	667.40	764.70	975.30	571.30	636.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	633.90	689.70	842.60	486.10	548.40
Behälter [g]:	176.20	221.10	280.60	180.80	227.00
Porenwasser [g]:	33.50	75.00	132.70	85.20	88.10
Trockene Probe [g]:	457.70	468.60	562.00	305.30	321.40
Wassergehalt [%]	7.32	16.01	23.61	27.91	27.41

Probenbezeichnung:	KB4/6	KB4/7	KB4/8	KB4/10	KB4/13
Feuchte Probe + Behälter [g]:	542.20	721.40	1127.70	708.30	568.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	485.60	639.30	1026.50	661.10	531.50
Behälter [g]:	207.70	250.50	197.60	253.80	181.70
Porenwasser [g]:	56.60	82.10	101.20	47.20	36.60
Trockene Probe [g]:	277.90	388.80	828.90	407.30	349.80
Wassergehalt [%]	20.37	21.12	12.21	11.59	10.46

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1**K3335, Beseitigung der Bahnübergänge****Goldshöfe und Wagenrain**

Bearbeiter: Wa

Datum: 23.08.2019

Prüfungsnummer: 07

Entnahmestelle: KB 5

Tiefe: siehe Anlage 2.0

Bodenart: siehe Anlage 2.0

Art der Entnahme: gestört

Entnahme: 13.08.2019 durch Dr

Probenbezeichnung:	KB5/3	KB5/5	KB5/6	KB5/7	KB5/8
Feuchte Probe + Behälter [g]:	429.90	658.90	614.20	522.70	629.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	370.70	561.20	514.60	427.90	550.40
Behälter [g]:	108.00	119.70	107.00	99.50	106.60
Porenwasser [g]:	59.20	97.70	99.60	94.80	78.60
Trockene Probe [g]:	262.70	441.50	407.60	328.40	443.80
Wassergehalt [%]	22.54	22.13	24.44	28.87	17.71

Probenbezeichnung:	KB5/9	KB5/10	KB5/12	KB5/13	KB5/14
Feuchte Probe + Behälter [g]:	539.50	588.50	598.60	681.70	642.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	442.00	519.30	528.70	610.50	589.30
Behälter [g]:	102.20	98.60	114.30	109.60	113.10
Porenwasser [g]:	97.50	69.20	69.90	71.20	53.10
Trockene Probe [g]:	339.80	420.70	414.40	500.90	476.20
Wassergehalt [%]	28.69	16.45	16.87	14.21	11.15

Probenbezeichnung:	KB5/15	KB5/16	KB5/18	KB5/19	KB5/20
Feuchte Probe + Behälter [g]:	833.40	679.20	702.60	498.50	646.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	752.80	614.90	637.10	463.30	614.20
Behälter [g]:	106.70	109.30	110.10	110.10	279.40
Porenwasser [g]:	80.60	64.30	65.50	35.20	32.40
Trockene Probe [g]:	646.10	505.60	527.00	353.20	334.80
Wassergehalt [%]	12.47	12.72	12.43	9.97	9.68

Probenbezeichnung:	KB5/22				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	569.50				
Trockene Probe + Behälter [g]:	543.00				
Behälter [g]:	280.70				
Porenwasser [g]:	26.50				
Trockene Probe [g]:	262.30				
Wassergehalt [%]	10.10				

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Ki

Datum: 10.04.2017

Prüfungsnummer: 4/3

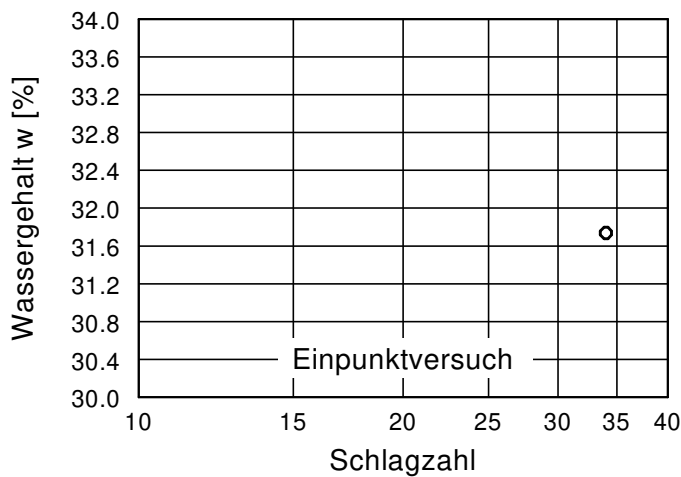
Entnahmestelle: BS 4

Tiefe: 3.00 - 3.90 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TL/SU*

Entnahme am: 07.03.2017 durch Pe



Wassergehalt $w = 21.3 \%$

Fließgrenze $w_L = 33.1 \%$

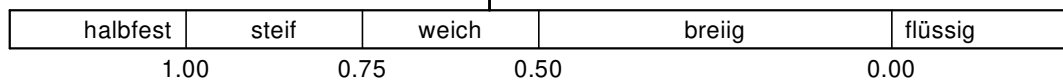
Ausrollgrenze $w_p = 12.4 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 20.7 \%$

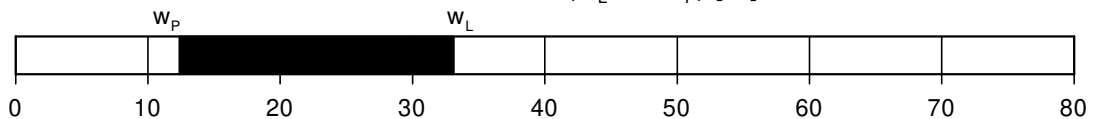
Konsistenzzahl $I_c = 0.57$

Zustandsform

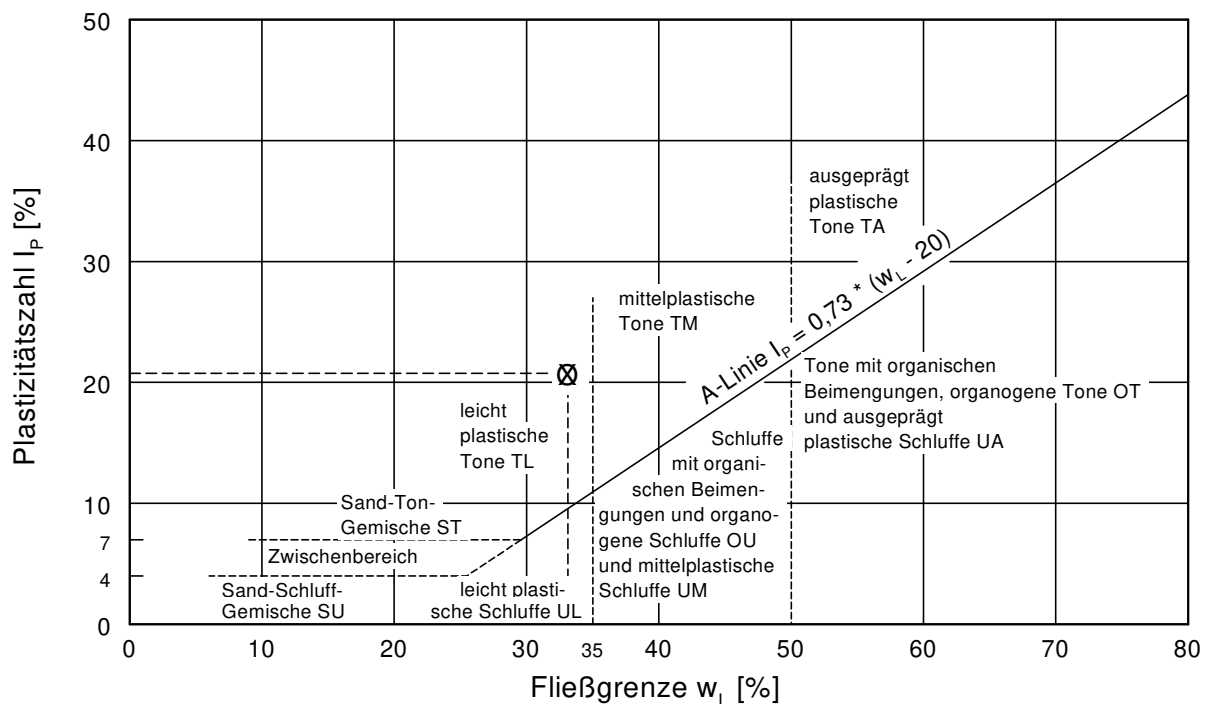
$I_c = 0.57$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Ki

Datum: 10.04.2017

Prüfungsnummer: 5/10

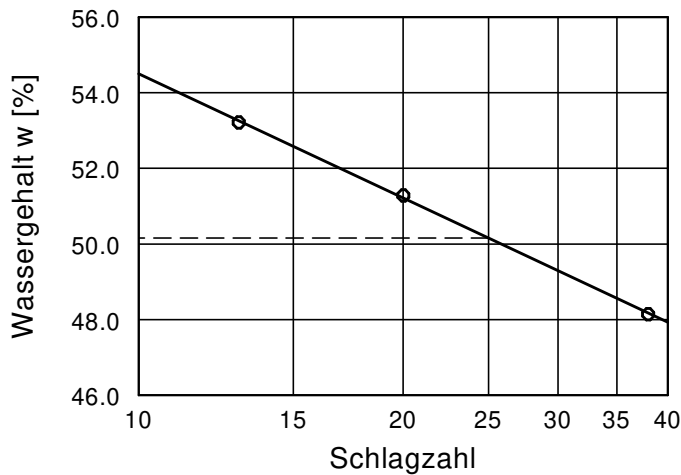
Entnahmestelle: BS 5

Tiefe: 4,50 - 6,00 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM/TA

Entnahme am: 07.03.2017 durch Pe/Ge



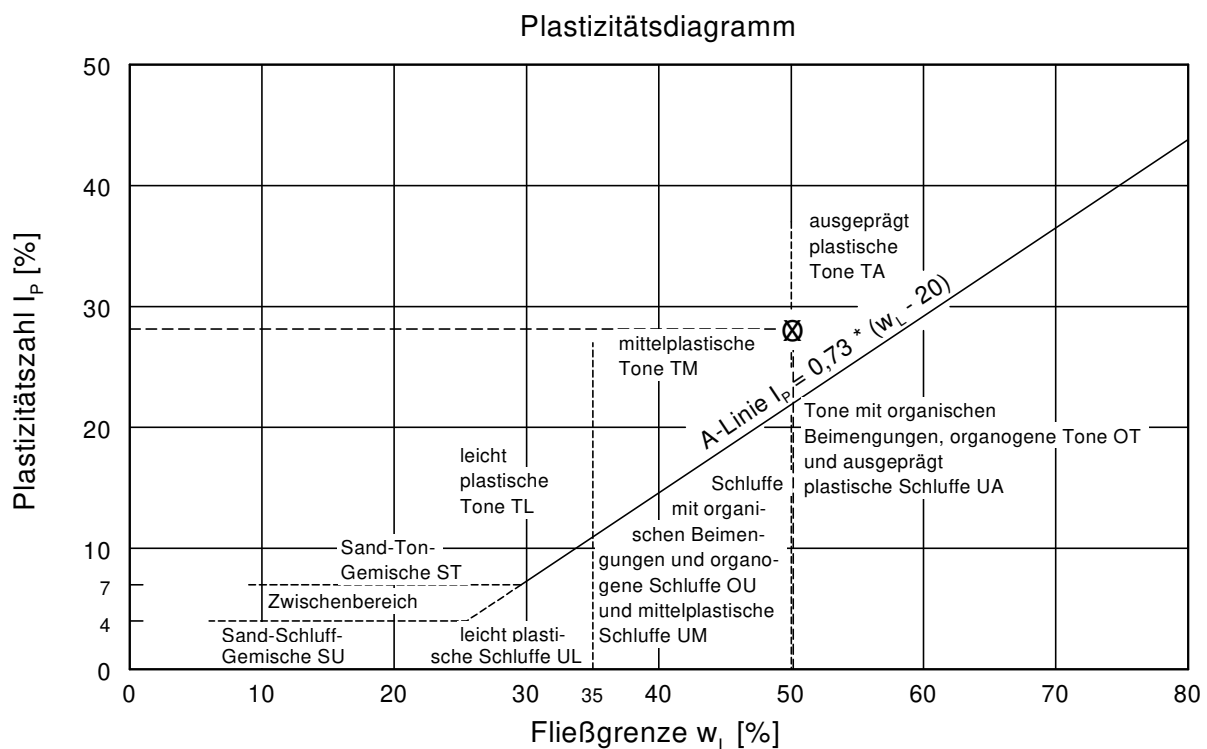
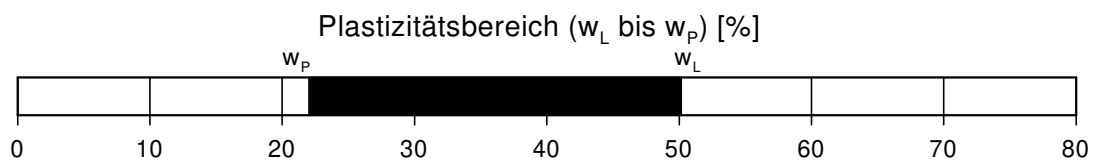
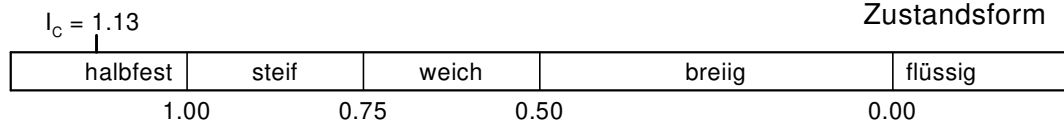
Wassergehalt $w = 18.4 \%$

Fließgrenze $w_L = 50.2 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 22.0 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 28.2 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 1.13$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Ki

Datum: 10.04.2017

Prüfungsnummer: 9/6

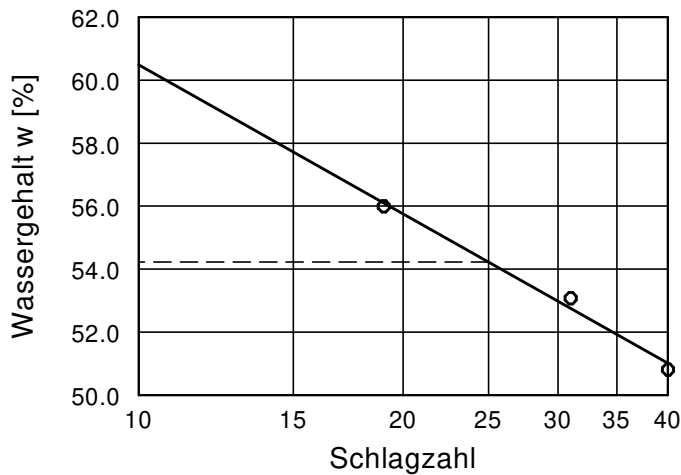
Entnahmestelle: BS 9

Tiefe: 3,60 - 4,50 m

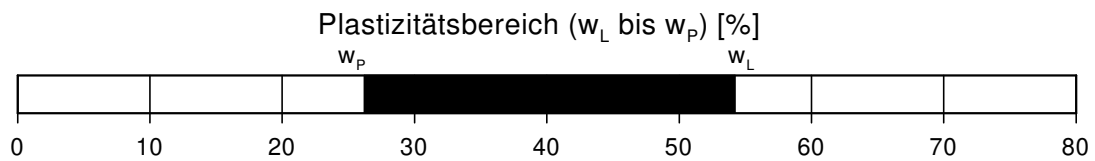
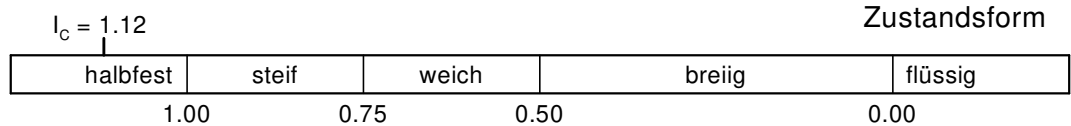
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TA

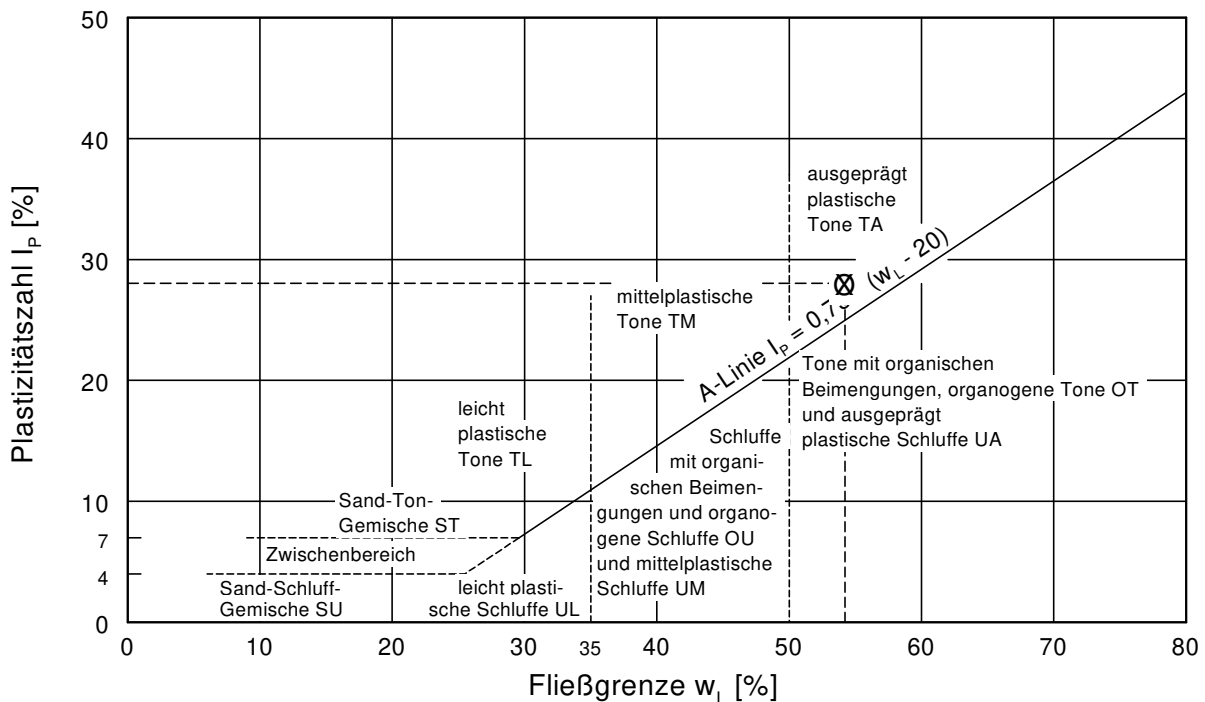
Entnahme am: 22.03.2017 durch Pe



Wassergehalt $w = 22.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 54.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 26.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 28.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.12$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Ki

Datum: 10.04.2017

Prüfungsnummer: 12/2

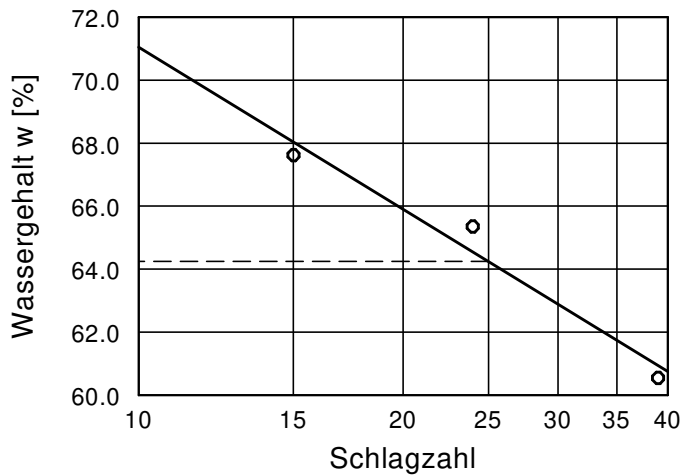
Entnahmestelle: BS 12

Tiefe: 0,40 - 1,20 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TA

Entnahme am: 30.03.2017 durch Pe



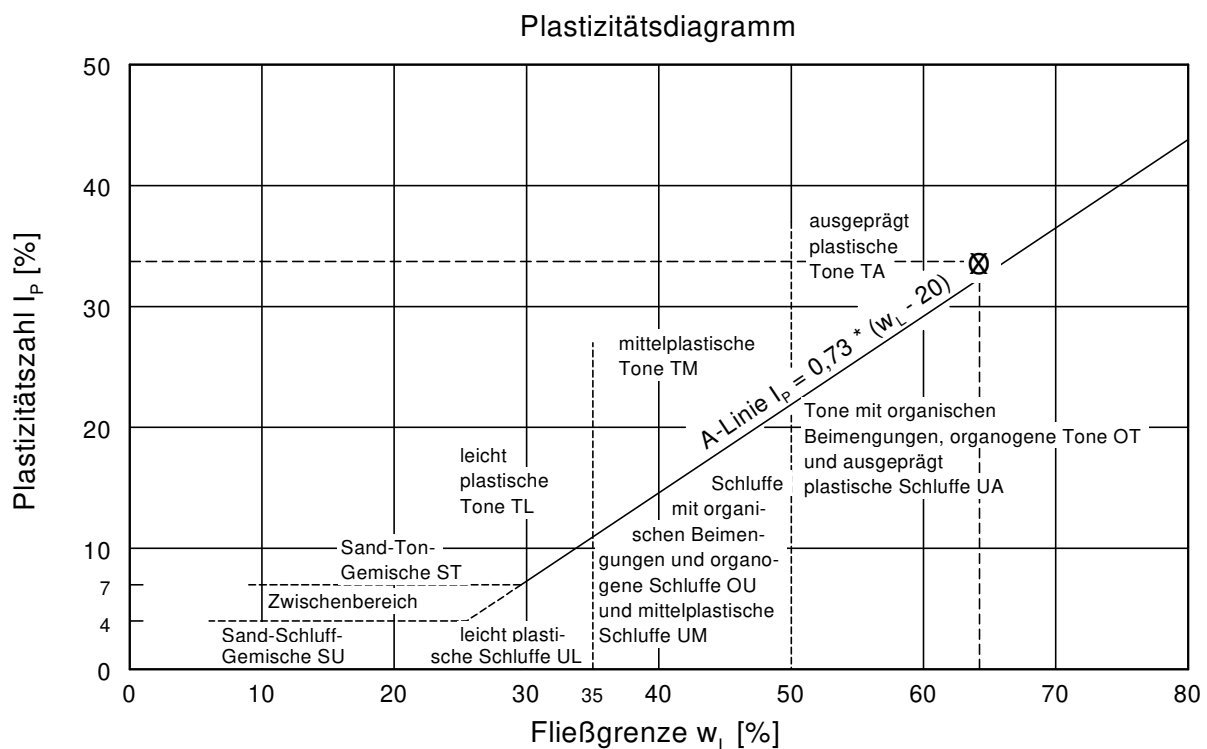
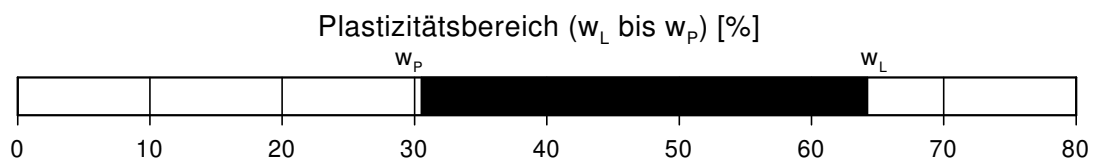
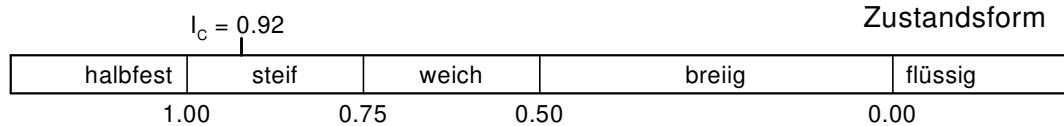
Wassergehalt $w = 33.1 \%$

Fließgrenze $w_L = 64.2 \%$

Ausrollgrenze $w_P = 30.5 \%$

Plastizitätszahl $I_P = 33.7 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 0.92$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 13/3

Entnahmestelle: BS 13

Tiefe: 2,50 - 4,50 m

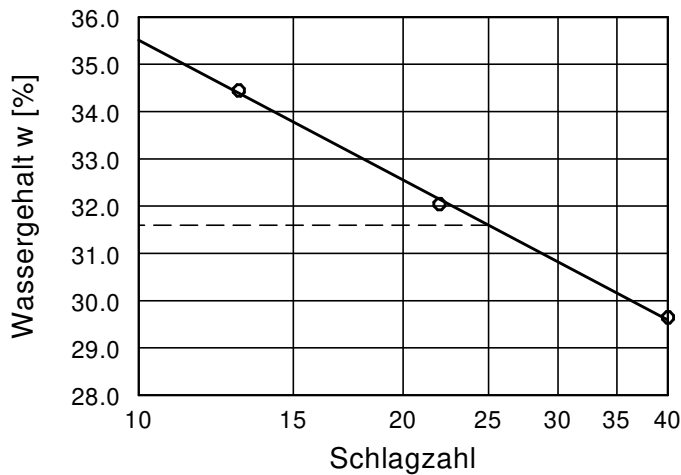
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TL

Entnahme am: 22.03.2017 durch Pe

Bearbeiter: Ki

Datum: 10.04.2017



Wassergehalt $w = 21.3 \%$

Fließgrenze $w_L = 31.6 \%$

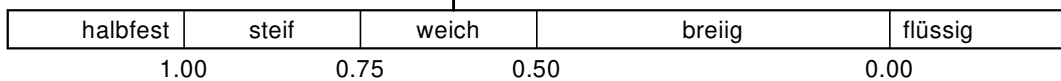
Ausrollgrenze $w_P = 15.0 \%$

Plastizitätszahl $I_P = 16.6 \%$

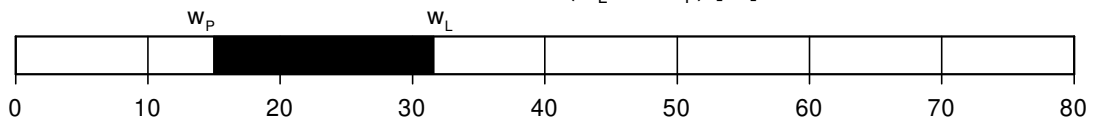
Konsistenzzahl $I_C = 0.62$

Zustandsform

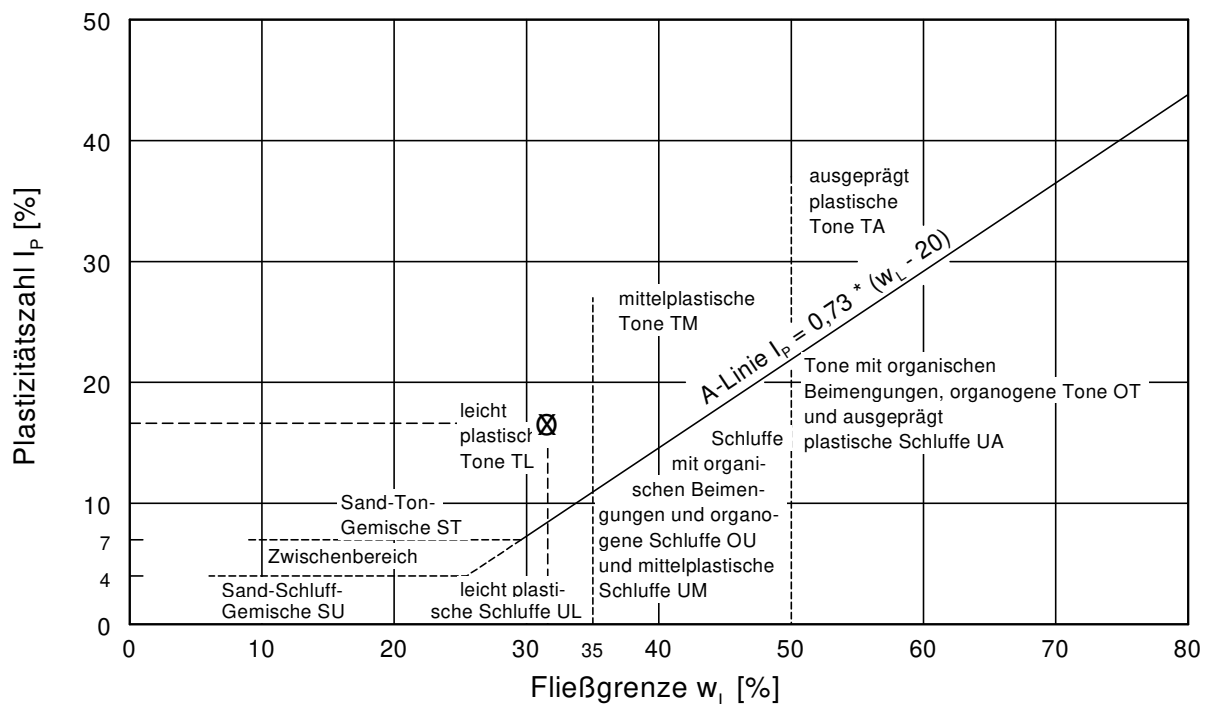
$I_C = 0.62$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Ki

Datum: 12.04.2017

Prüfungsnummer: 14/7

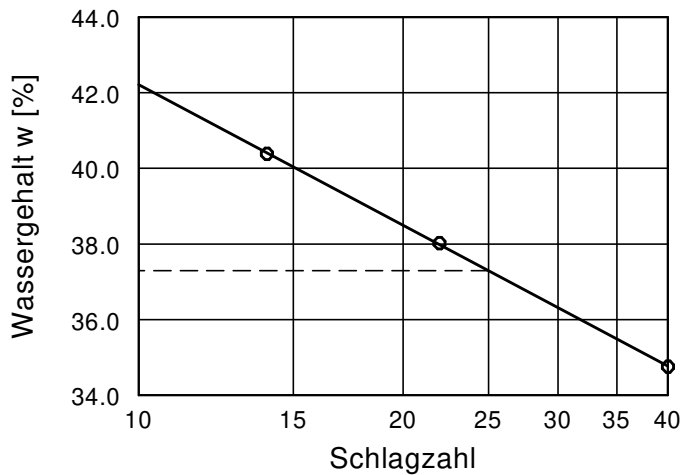
Entnahmestelle: BS 14

Tiefe: 4,00 - 4,50 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM

Entnahme am: 22.03.2017 durch Pe



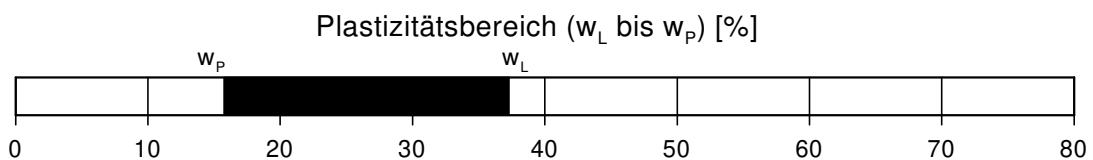
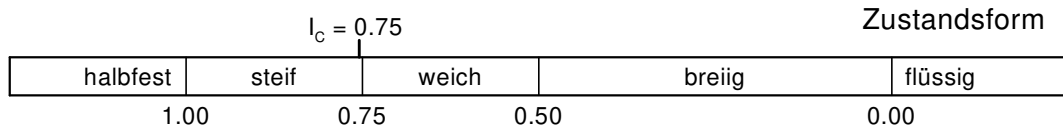
Wassergehalt $w = 21.0 \%$

Fließgrenze $w_L = 37.3 \%$

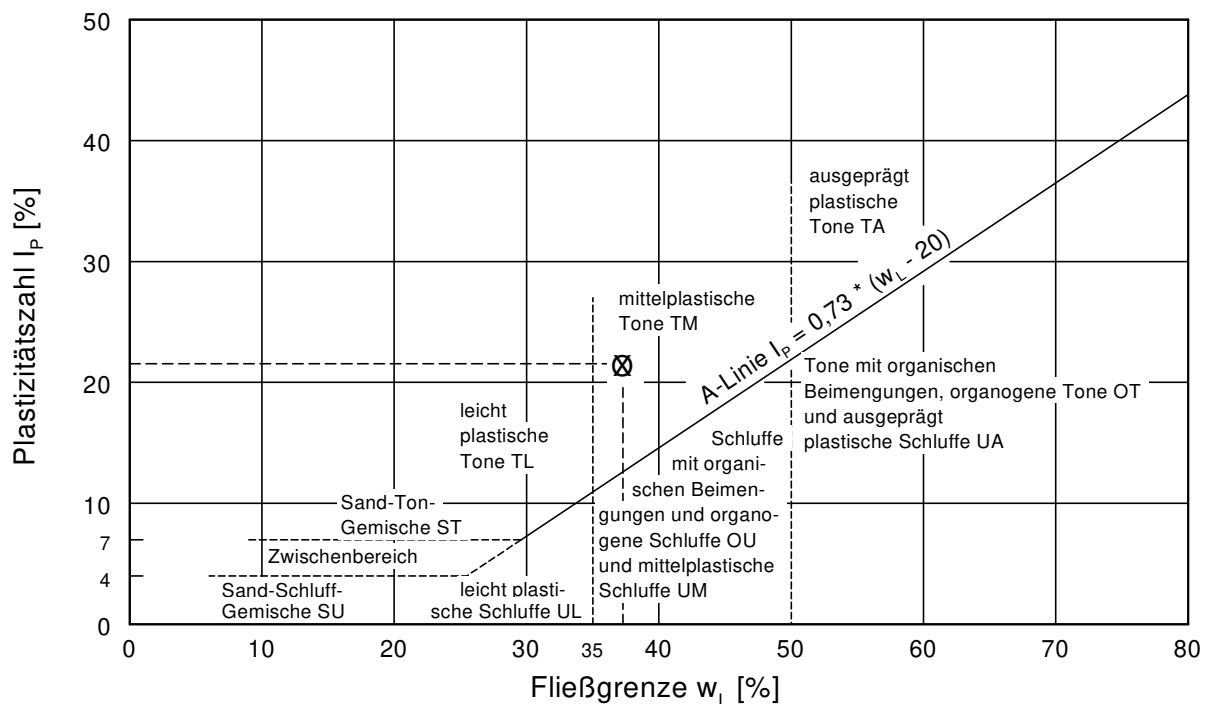
Ausrollgrenze $w_P = 15.7 \%$

Plastizitätszahl $I_P = 21.6 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 0.75$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 29.08.2019

Prüfungsnummer: KB1/2

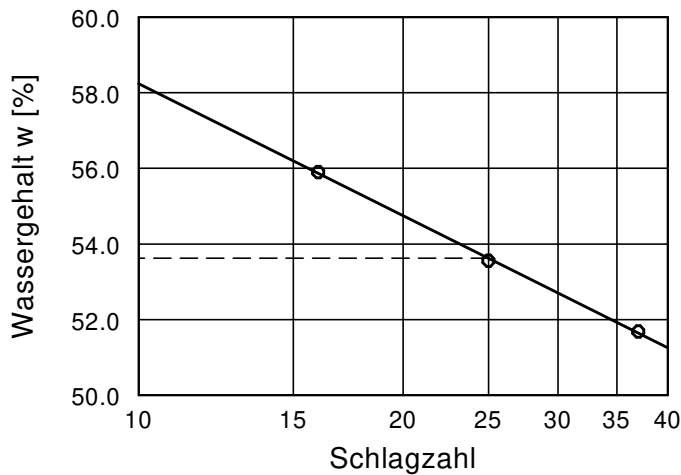
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 3,90 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TA

Entnahme: 05.08.19 durch Ca



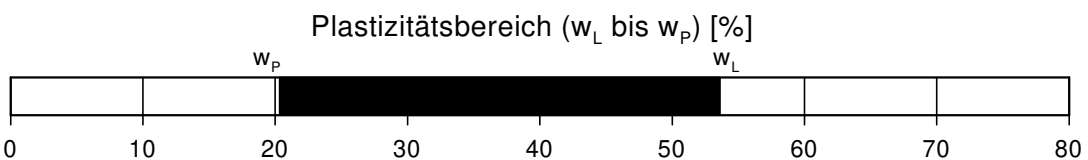
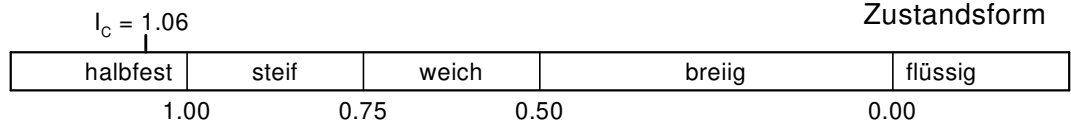
Wassergehalt $w = 18.4 \%$

Fließgrenze $w_L = 53.6 \%$

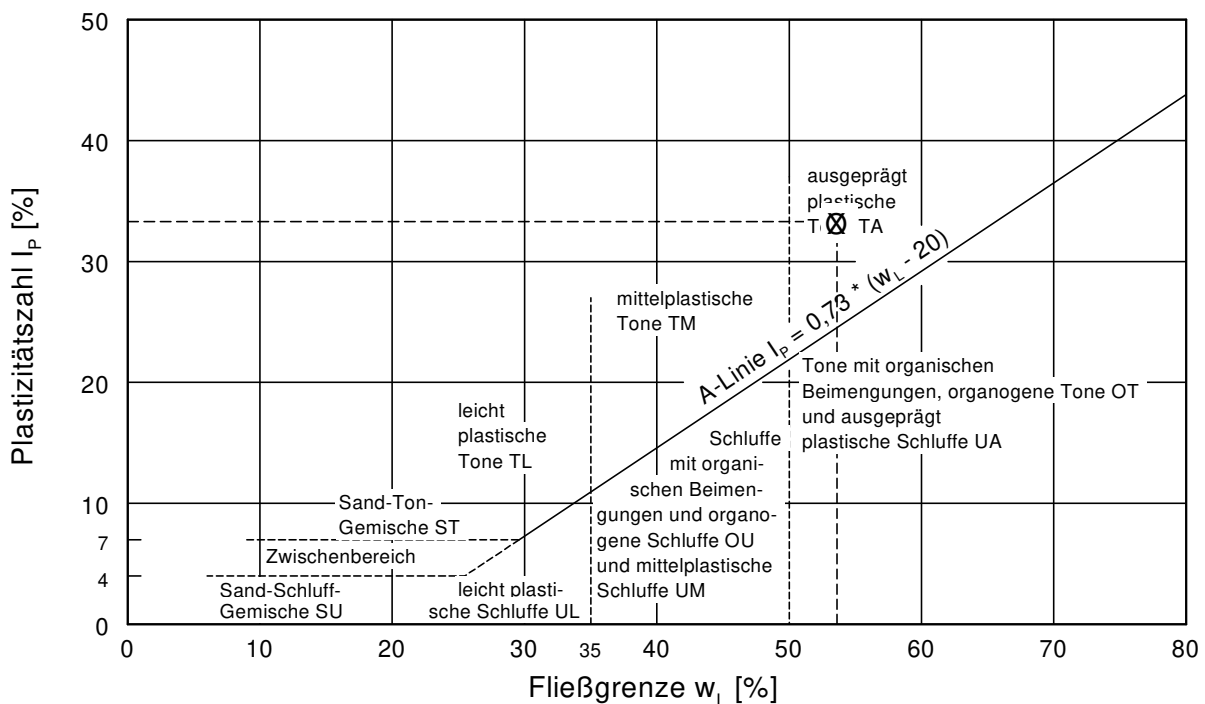
Ausrollgrenze $w_P = 20.3 \%$

Plastizitätszahl $I_P = 33.3 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 1.06$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 25.09.2019

Prüfungsnummer: KB1/4

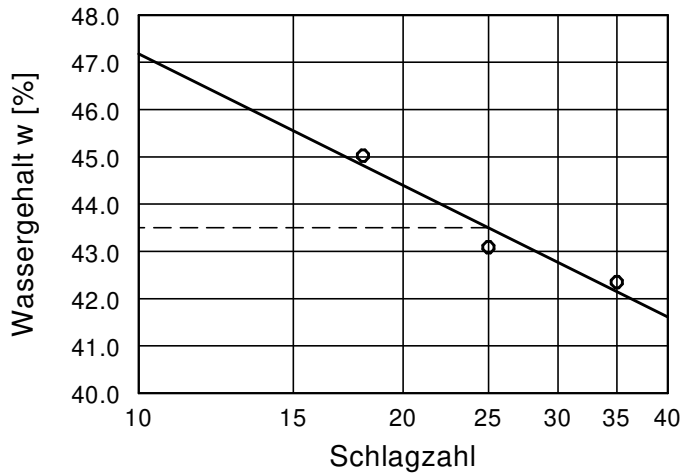
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 3,90 m

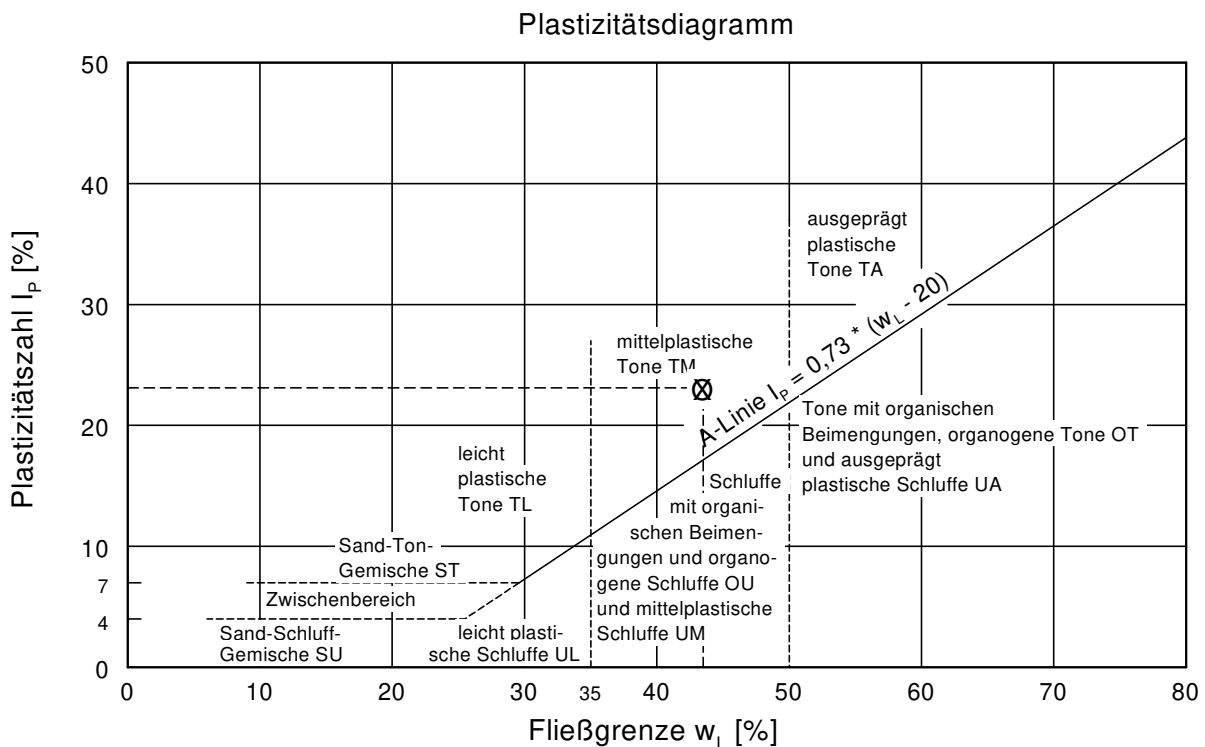
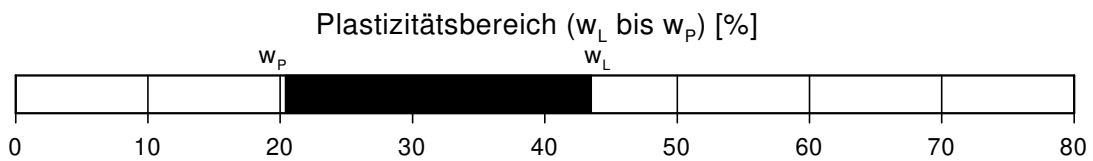
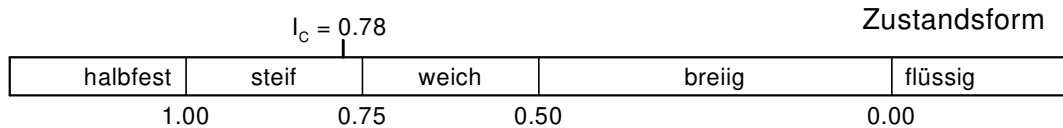
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM

Entnahme: 05.08.19 durch Ca



Wassergehalt $w = 25.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 43.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 20.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 23.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.78$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 30.08.2019

Prüfungsnummer: KB2/6

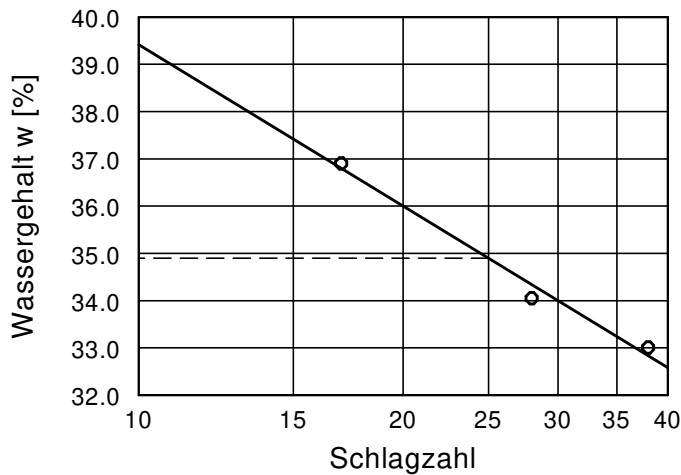
Entnahmestelle: KB 2

Tiefe: 4,20 - 4,30 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TL/TM

Entnahme: 08./09.08.19 durch Za



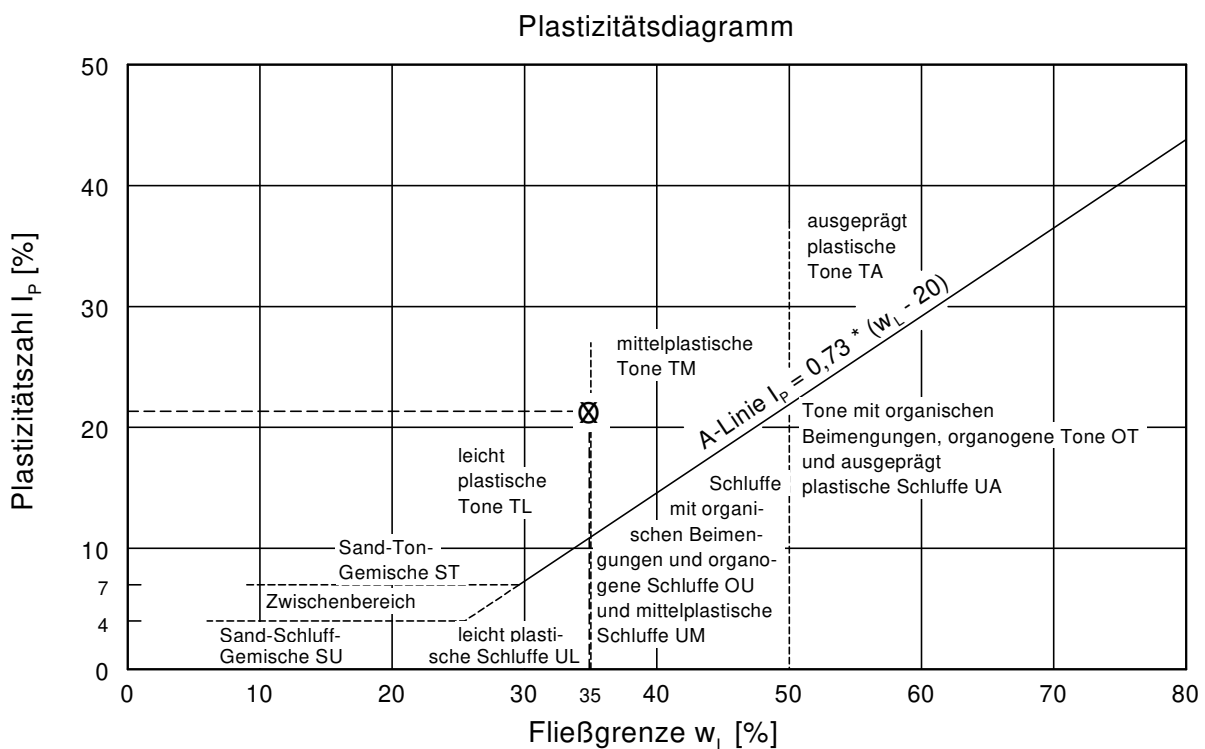
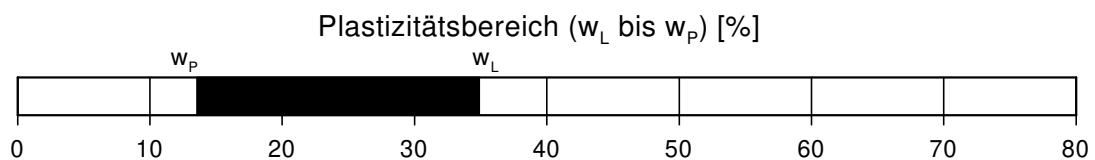
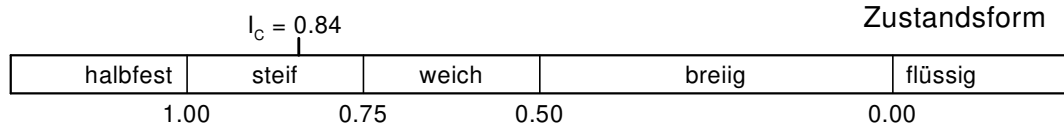
Wassergehalt $w = 16.9 \%$

Fließgrenze $w_L = 34.9 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 13.6 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 21.3 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 0.84$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 29.08.2019

Prüfungsnummer: KB2/7

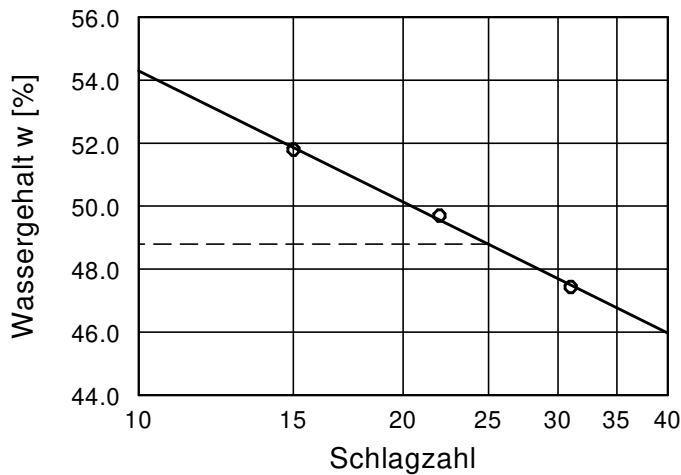
Entnahmestelle: KB 2

Tiefe: 6,40 - 6,50 m

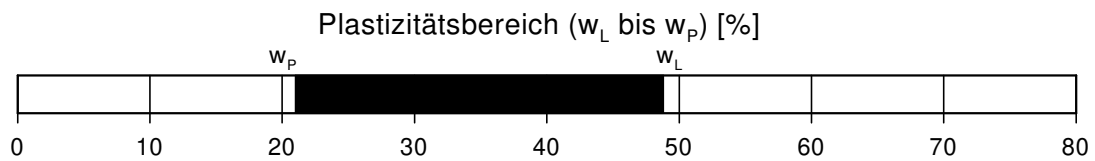
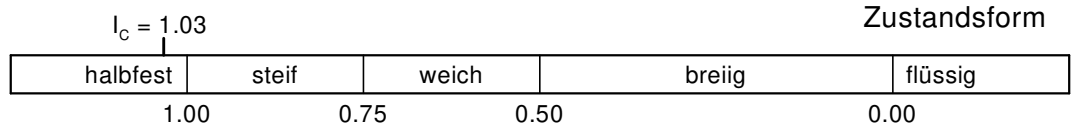
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM/TA

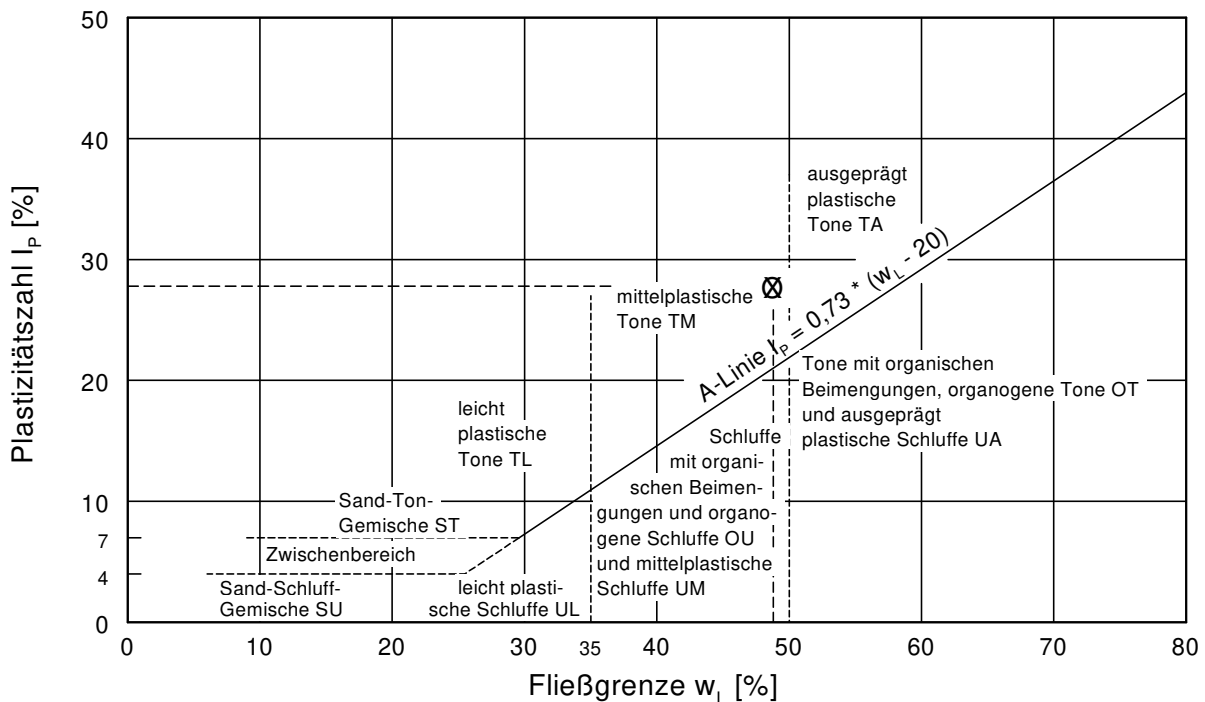
Entnahme: 08./09.08.19 durch Za



Wassergehalt $w = 20.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 48.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 27.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.03$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 25.09.2019

Prüfungsnummer: KB4/3

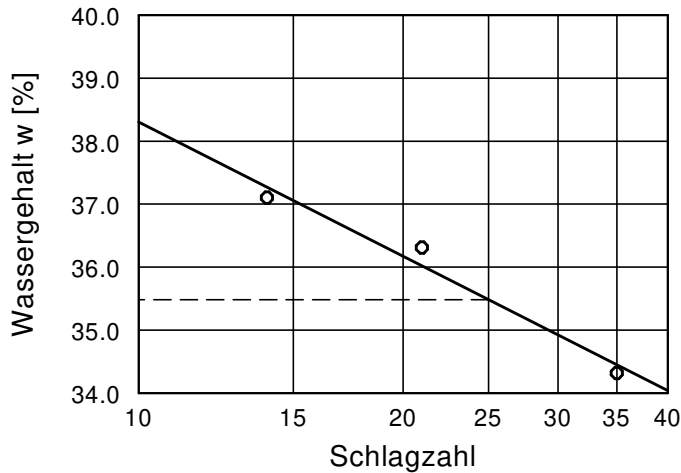
Entnahmestelle: KB 4

Tiefe: 2,50 - 2,60 m

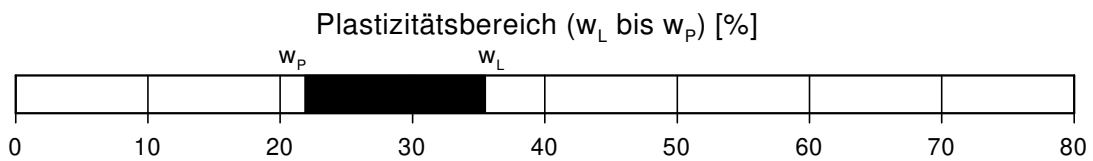
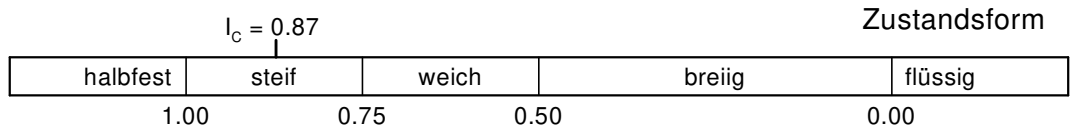
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TL

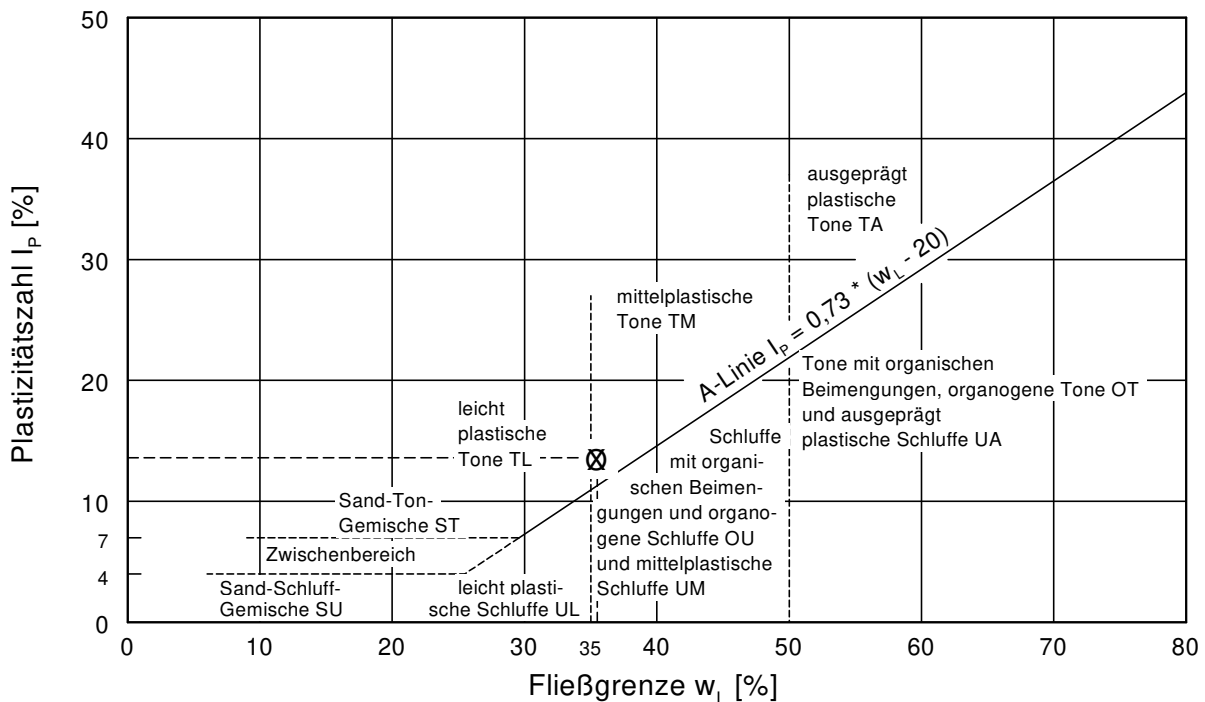
Entnahme: 06./07.08.19 durch Za



Wassergehalt $w = 23.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 35.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 13.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.87$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Wa

Datum: 25.09.2019

Prüfungsnummer: KB4/4

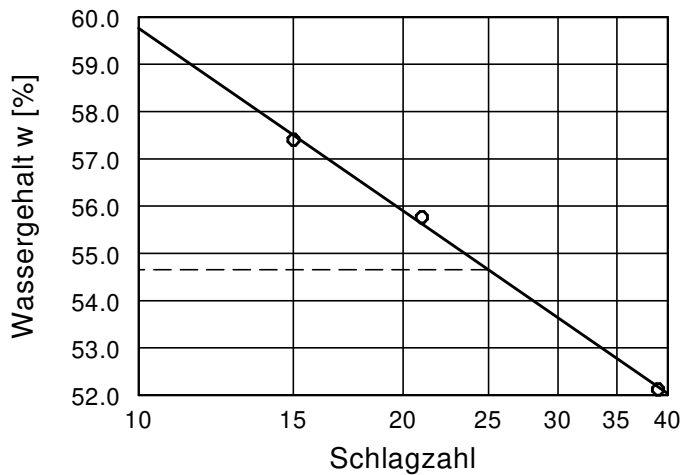
Entnahmestelle: KB 4

Tiefe: 4,50 - 4,70 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TA

Entnahme: 06./07.08.19 durch Za



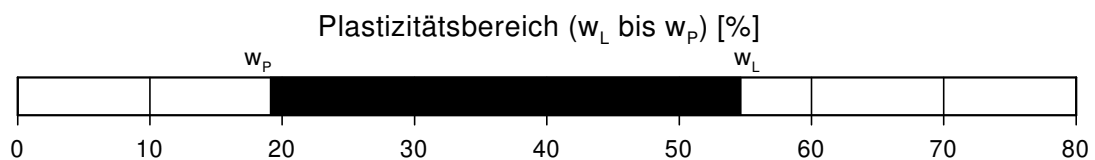
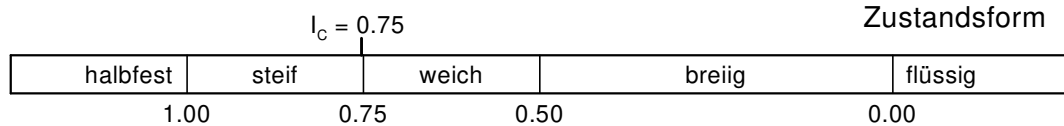
Wassergehalt $w = 27.9 \%$

Fließgrenze $w_L = 54.7 \%$

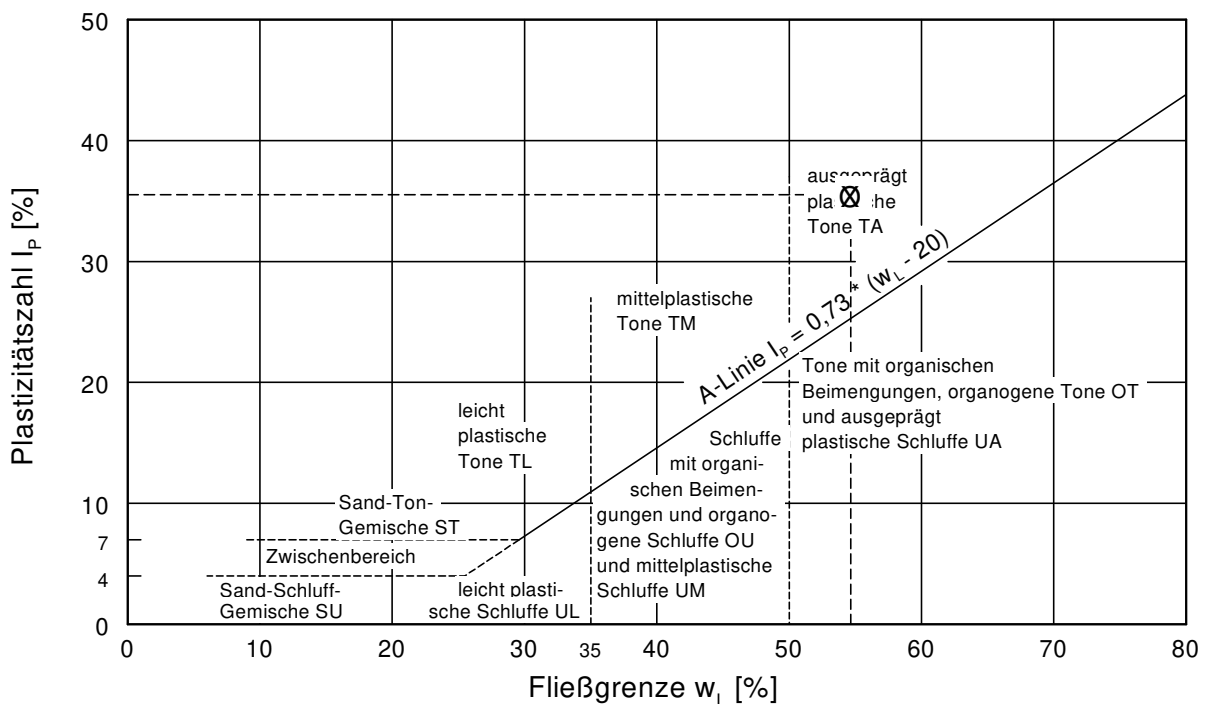
Ausrollgrenze $w_P = 19.1 \%$

Plastizitätszahl $I_P = 35.6 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 0.75$



Plastizitätsdiagramm



GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ki

Datum: 06.04.2017

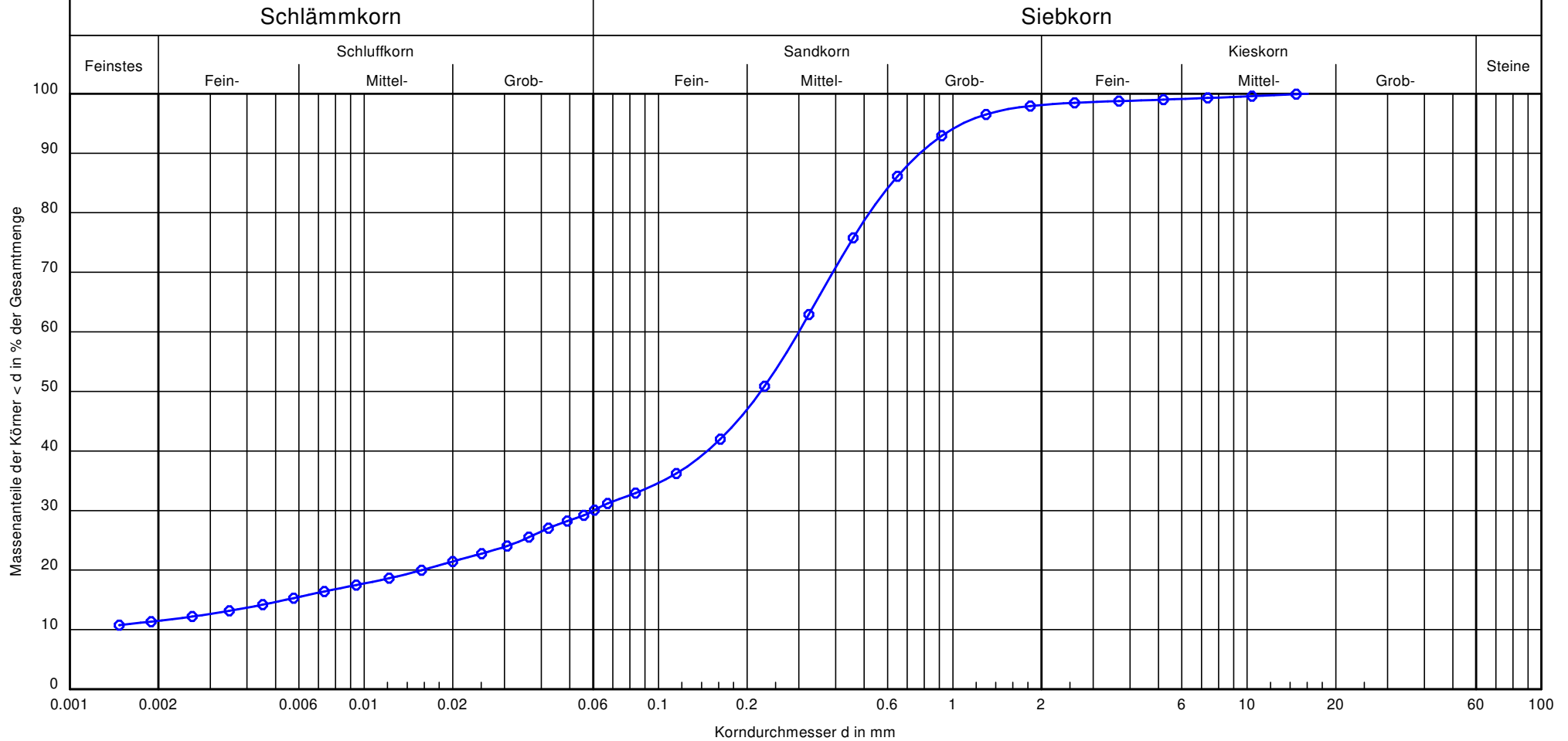
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 4/2

Probe entnommen am: 07.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	4/2	Bemerkungen:	Bericht: 16603 Anlage: 3.20
Bodenart:	S, fg*, u*/t*		
Tiefe:	0,50 - 2,50 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 4		
U/Cc	-/-		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	24.8		
Bodengruppe	SU*		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ge

Datum: 11.04.2017

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

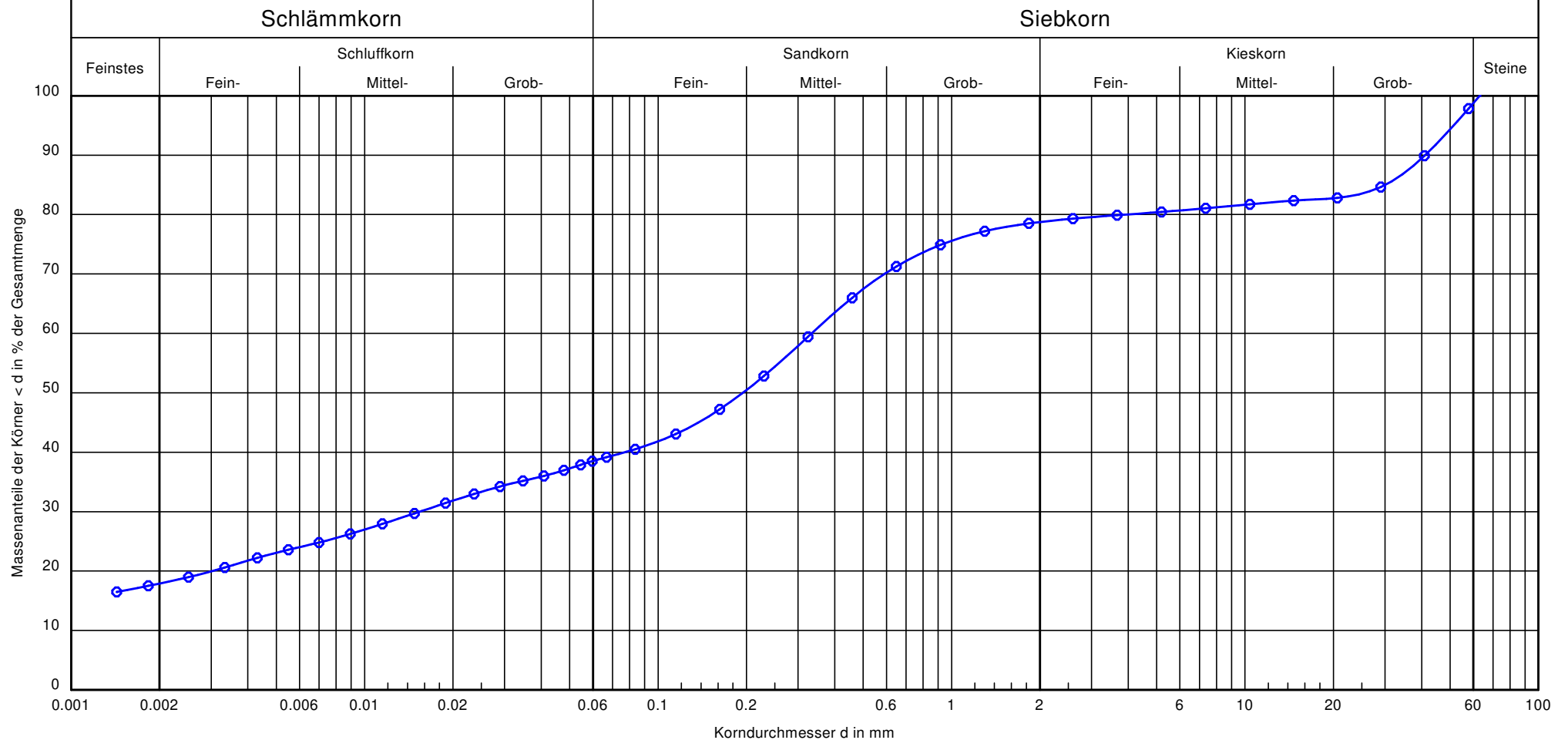
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 4/3

Probe entnommen am: 07.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammnanalyse



Bezeichnung:	4/3	Bemerkungen:	Bericht: 16603 Anlage: 3.21
Bodenart:	S/U/T, gg		
Tiefe:	3,00 - 3,90 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 4		
U/Cc	-/-		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	26.0		
Bodengruppe	SU*/TL		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ki

Datum: 06.04.2017

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

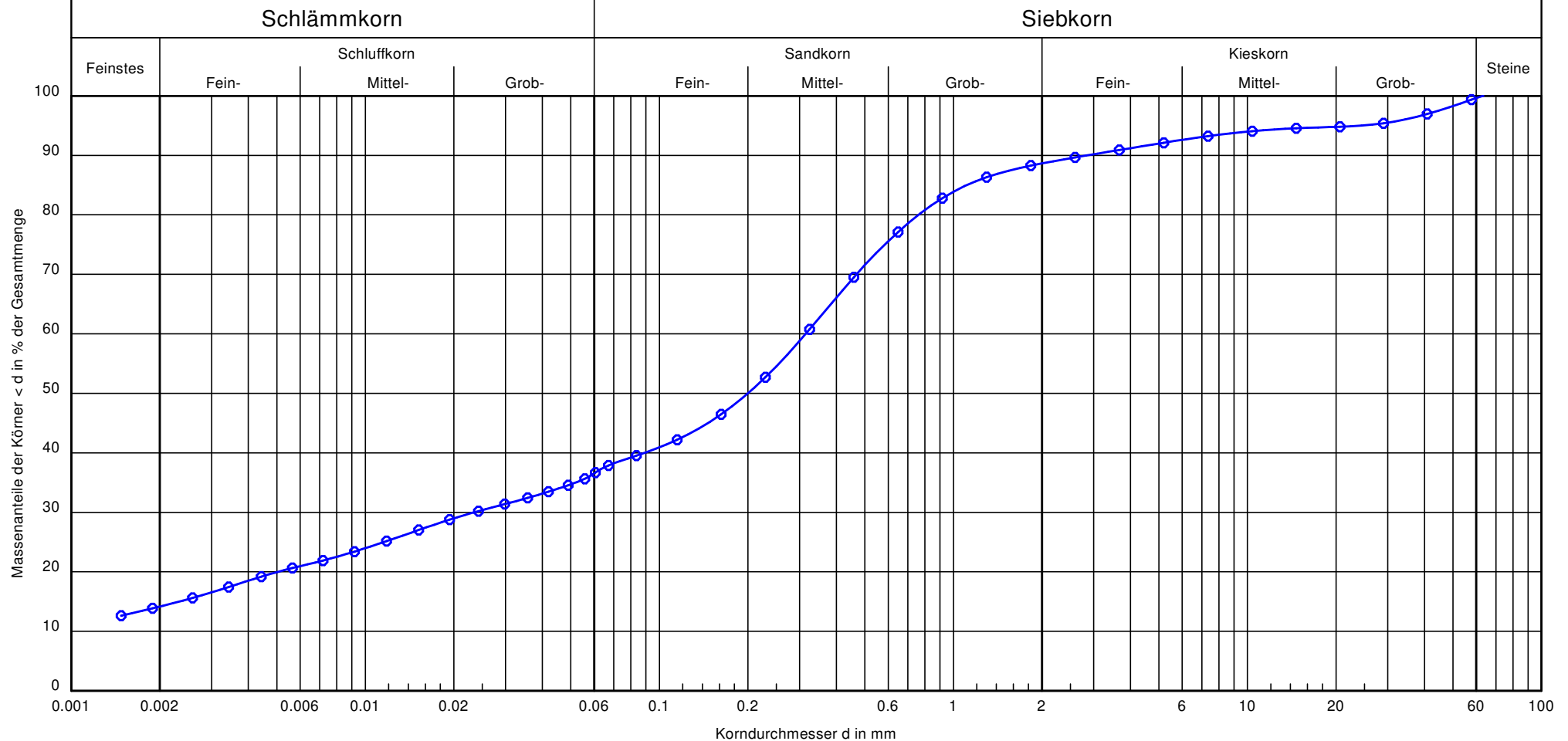
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 7/5

Probe entnommen am: 22.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse



Bezeichnung:	7/5	Bemerkungen:	Bericht: 16603 Anlage: 3.22
Bodenart:	S, g', u*/t*		
Tiefe:	1,05 - 1,35 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 7		
U/Cc	-/-		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	23.7		
Bodengruppe	SU*		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ge

Datum: 11.04.2017

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

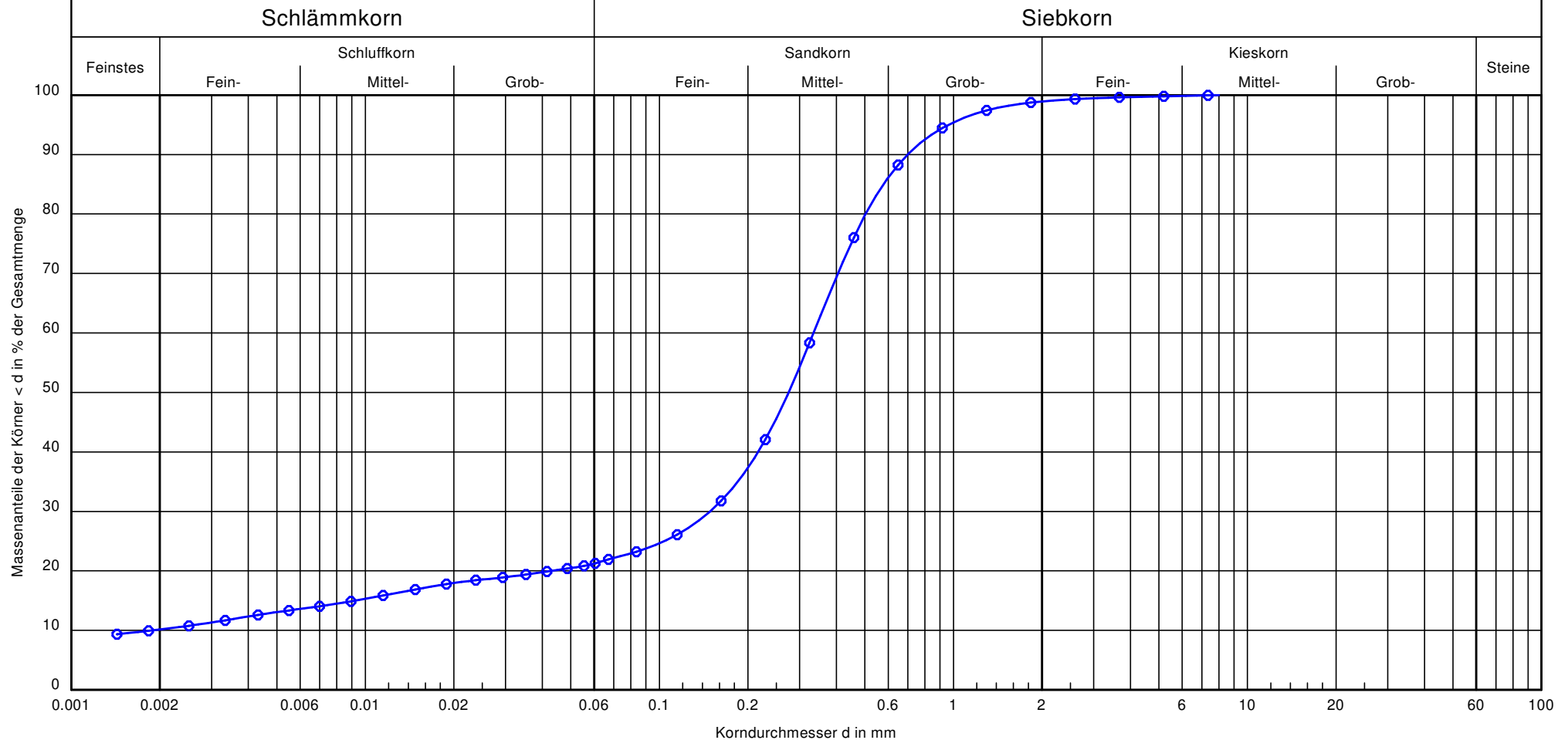
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 9/3

Probe entnommen am: 22.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	9/3
Bodenart:	S, fg*, u/t
Tiefe:	1,30 - 2,60 m
k [m/s] (USBR):	-
Entnahmestelle:	BS 9
U/Cc	177.3/35.1
Reibungswinkel nach Lang/Huder	25.9
Bodengruppe	SU*

Bemerkungen:

Bericht:
16603
Anlage:
3.23

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Hö

Datum: 07.04.2017

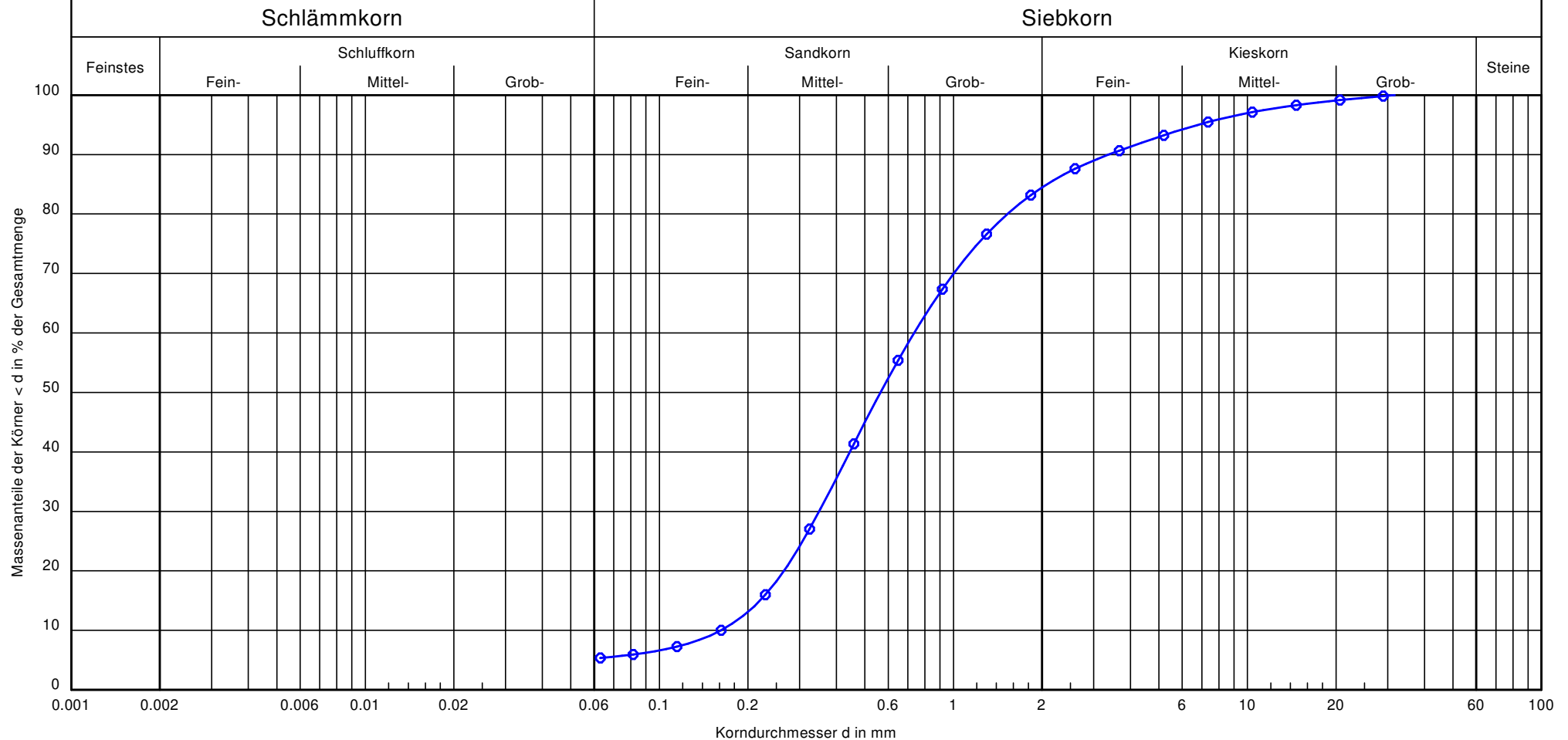
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4 K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 16/2

Probe entnommen am: 30.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	16/2	Bemerkungen:	Bericht: 1603 Anlage: 3.24
Bodenart:	S, g', u'/t'-u''/t''		
Tiefe:	1,00 - 2,50 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 16		
U/Cc	4.5/1.0		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	30.1		
Bodengruppe	SU/SE		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ge

Datum: 11.04.2017

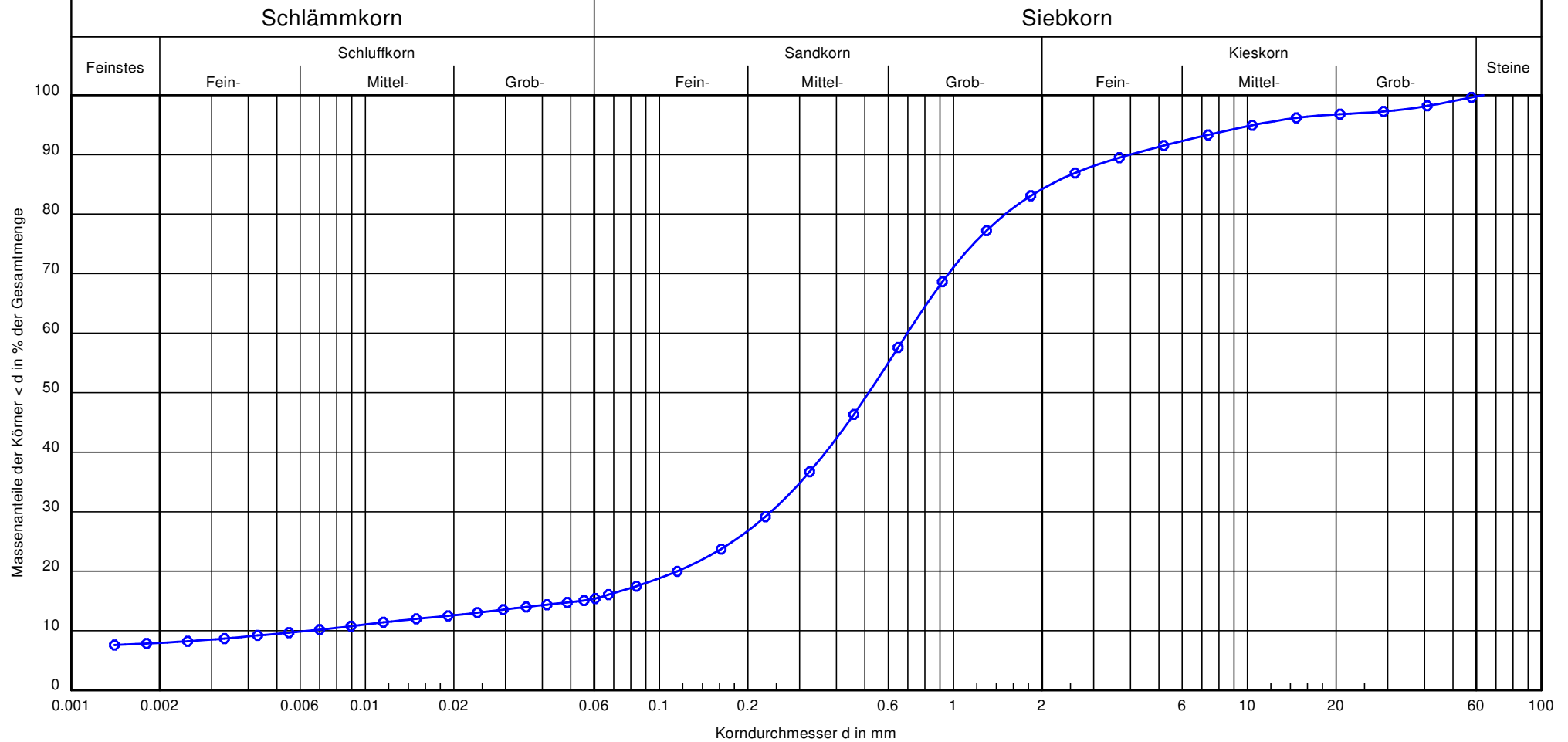
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 17/4

Probe entnommen am: 31.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse



Bezeichnung:	17/4	Bemerkungen:	Bericht: 16603 Anlage: 3.25
Bodenart:	S, g', u/t-u'/t'		
Tiefe:	0,75 - 1,50 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 17		
U/Cc	107.5/12.7		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	27.3		
Bodengruppe	SU*/SU		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Ge

Datum: 10.04.2017

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

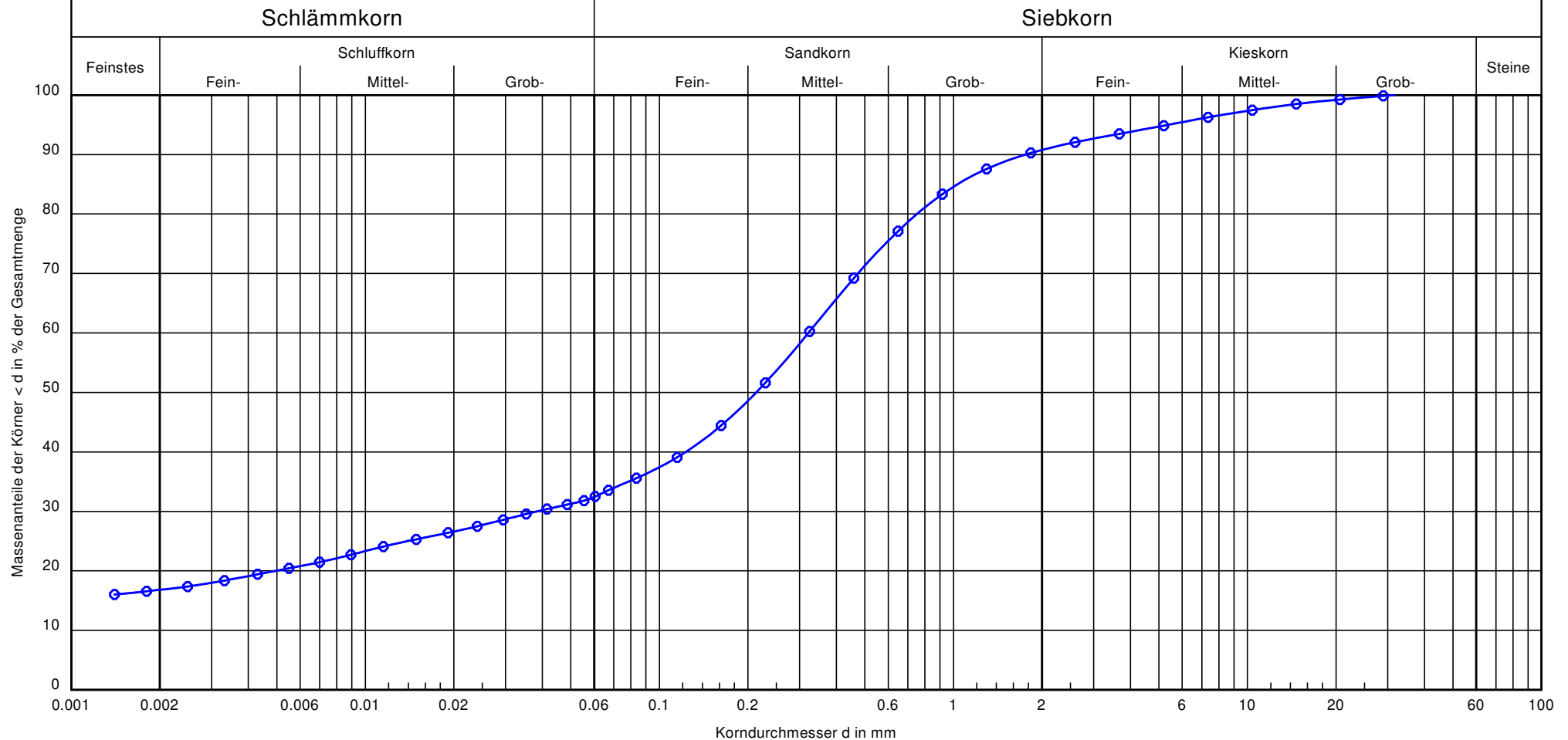
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: 18/5

Probe entnommen am: 31.03.2017 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammnanalyse



Bezeichnung:	18/5	Bemerkungen:	Bericht: 16603 Anlage: 3.26
Bodenart:	S, fg'-mg', u*/t*		
Tiefe:	1,00 - 3,00 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 18		
U/Cc	-/-		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	23.7		
Bodengruppe	SU*		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Wa

Datum: 26.08.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

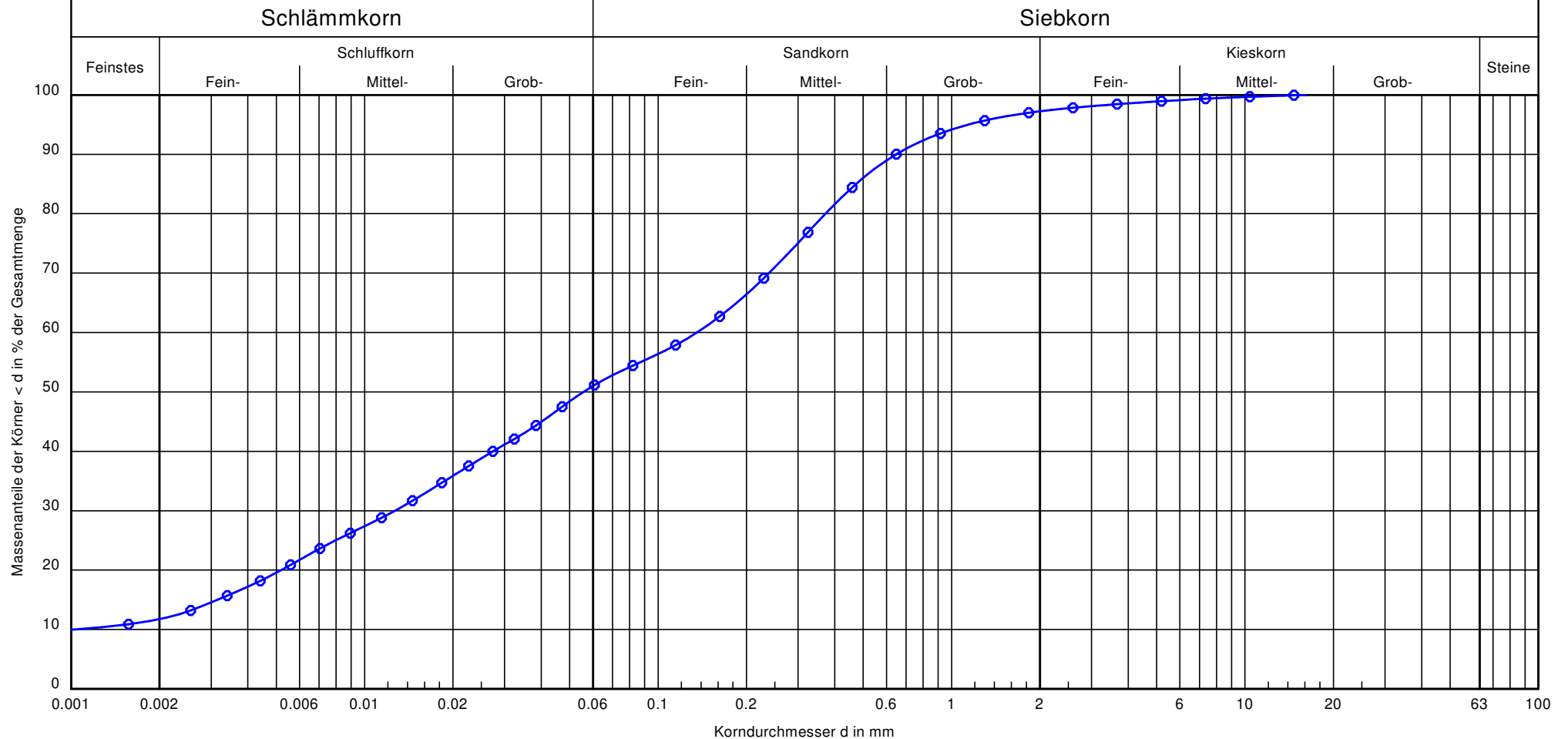
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: KB1/1

Probe entnommen am: 05.08.2019 durch Ca

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	KB1/1	Bemerkungen: Talfüllung	Bericht: 16603 Anlage: 3.27
Bodenart:	S-U, t', fg"-mg"		
Tiefe:	0,50 - 1,60 m		
k [m/s] (USBR):	$2.0 \cdot 10^{-8}$		
Entnahmestelle:	KB1		
U/Cc	133.0/1.2		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	28.2		
Bodengruppe	TL/TM		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Wa

Datum: 26.08.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

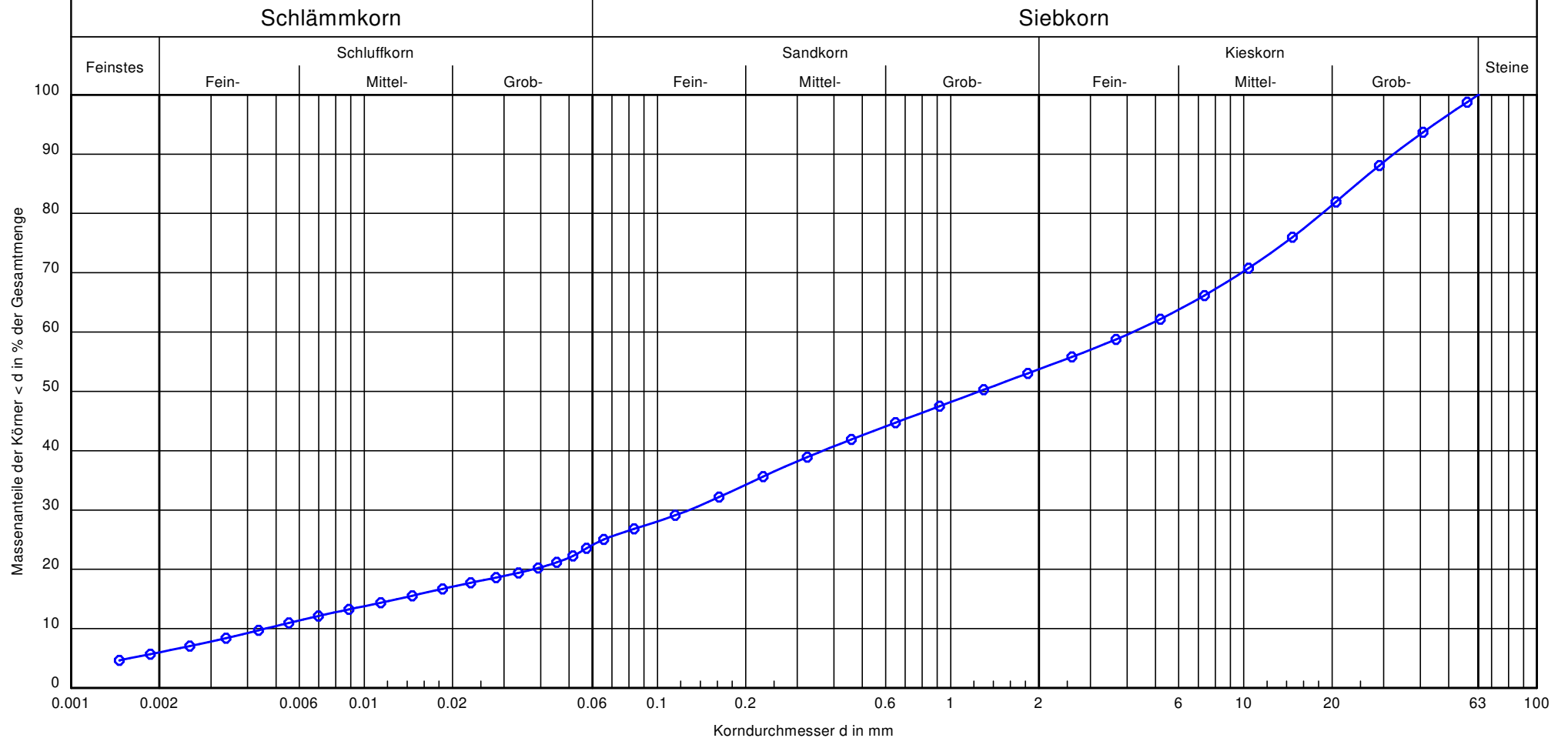
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: KB3/2

Probe entnommen am: 07./08.08.2019 durch Za

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse



Bezeichnung:	KB3/2
Bodenart:	G, s*, u/t
Tiefe:	0,25 - 2,45 m
k [m/s] (USBR):	-
Entnahmestelle:	KB 3
U/Cc	908.6/0.9
Reibungswinkel nach Lang/Huder	32.5
Bodengruppe	[GU*]

Bemerkungen:

Auffüllung

Bericht:
16603
Anlage:
3.28

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Kir

Datum: 27.08.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

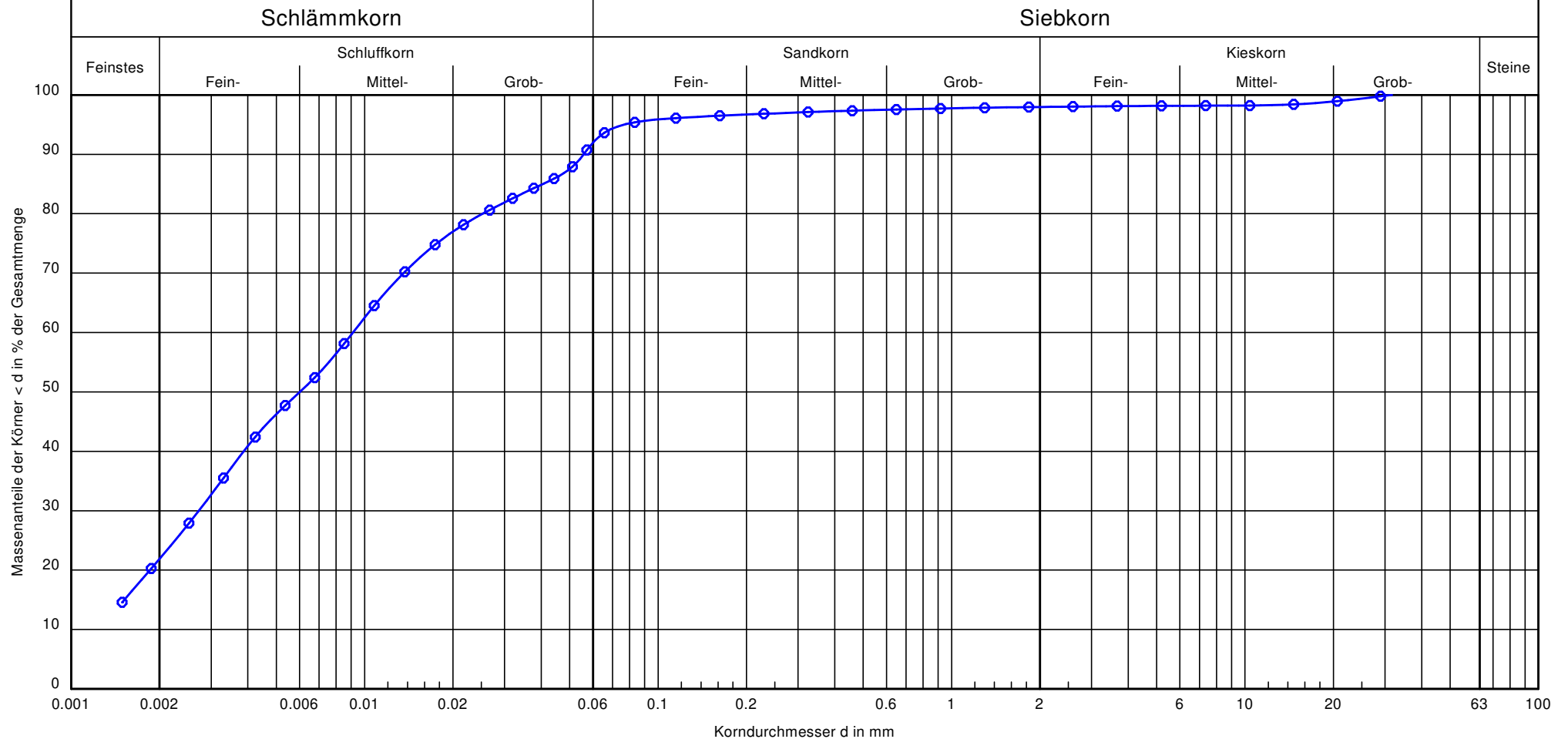
K3335, Beseitigung der Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: KB3/5

Probe entnommen am: 07./08.08.2019 durch Za

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	KB3/5	Bemerkungen: Verwitterungsprofil Opalinuston	Bericht: 16603 Anlage: 3.29
Bodenart:	U/T, s', g"		
Tiefe:	6.50 - 6.60 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	KB 3		
U/Cc	-/-		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	21.0		
Bodengruppe	TM/TA		

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: Kir

Datum: 28.08.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge

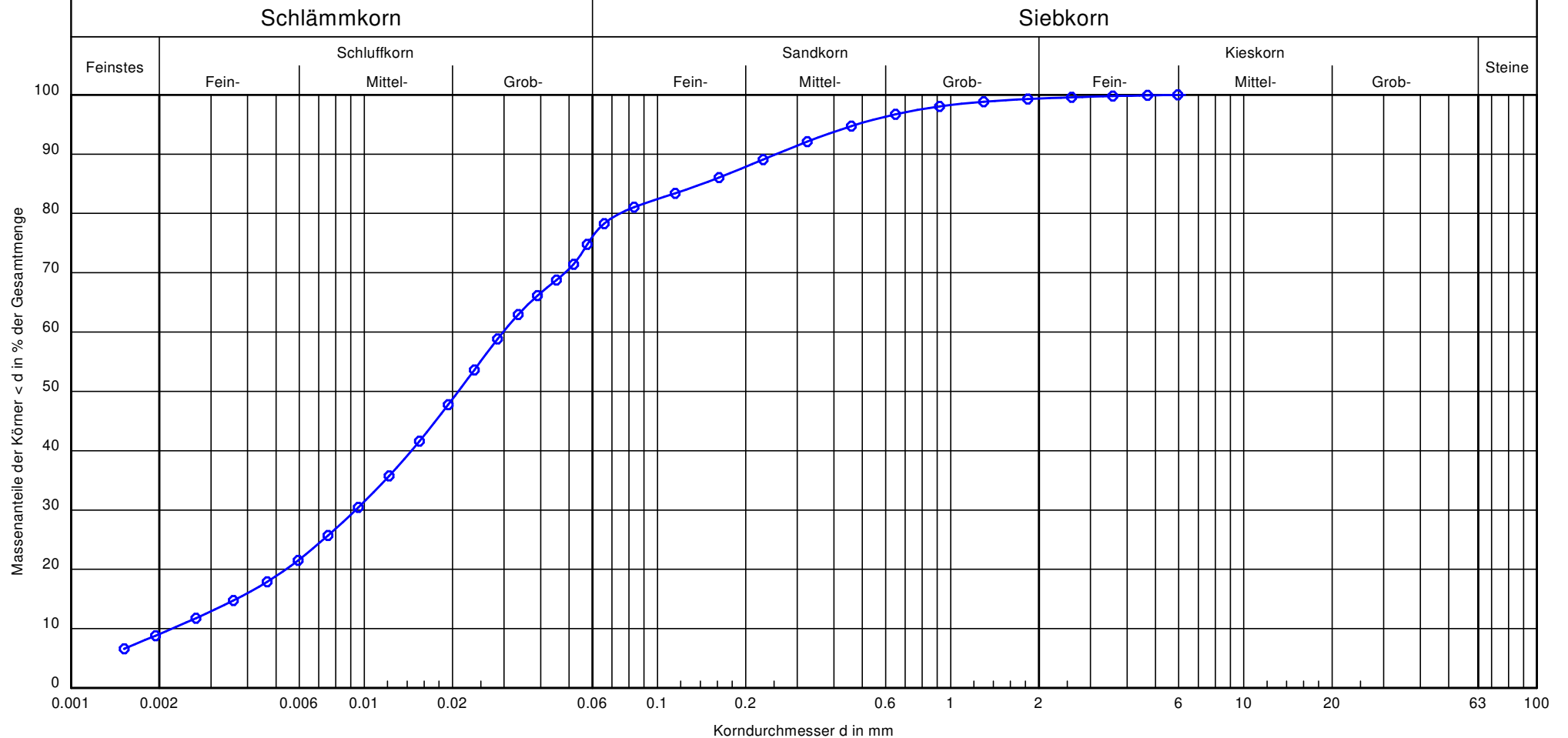
Goldshöfe und Wagenrain

Prüfungsnummer: KB4/3

Probe entnommen am: 07.08.2019 durch Za

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	KB4/3	Bemerkungen: Goldshöfer Sand	Bericht: 16603 Anlage: 3.30
Bodenart:	U, t, s, fg		
Tiefe:	2,50 - 2,60 m		
k [m/s] (USBR):	$2.2 \cdot 10^{-8}$		
Entnahmestelle:	KB 4		
U/Cc	13.5/1.3		
Reibungswinkel nach Lang/Huder	26.4		
Bodengruppe	TM		

Glühverlust nach DIN 18 128

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau

Datum: 12.04.2017

Prüfungsnummer: 01
Entnahmestelle: BS 5 und BS 14
Tiefe: s. Schichtenverzeichnis
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: s. Schichtenverzeichnis
Entnahme am: 07.03./22.03.2017

Probenbezeichnung	5/8	5/8	5/8
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	94.50	91.32	100.07
Geglühte Probe + Behälter [g]	90.06	87.11	96.21
Behälter [g]	38.26	38.11	49.96
Massenverlust [g]	4.44	4.21	3.86
Trockenmasse vor Glühen [g]	56.24	53.21	50.11
Glühverlust [%]	7.89	7.91	7.70
Mittelwert [-]	7.84		

Probenbezeichnung	14/5	14/5	14/5
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	90.12	90.59	103.01
Geglühte Probe + Behälter [g]	88.12	88.52	100.96
Behälter [g]	38.26	38.11	49.96
Massenverlust [g]	2.00	2.07	2.05
Trockenmasse vor Glühen [g]	51.86	52.48	53.05
Glühverlust [%]	3.86	3.94	3.86
Mittelwert [-]	3.89		

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB1/6A

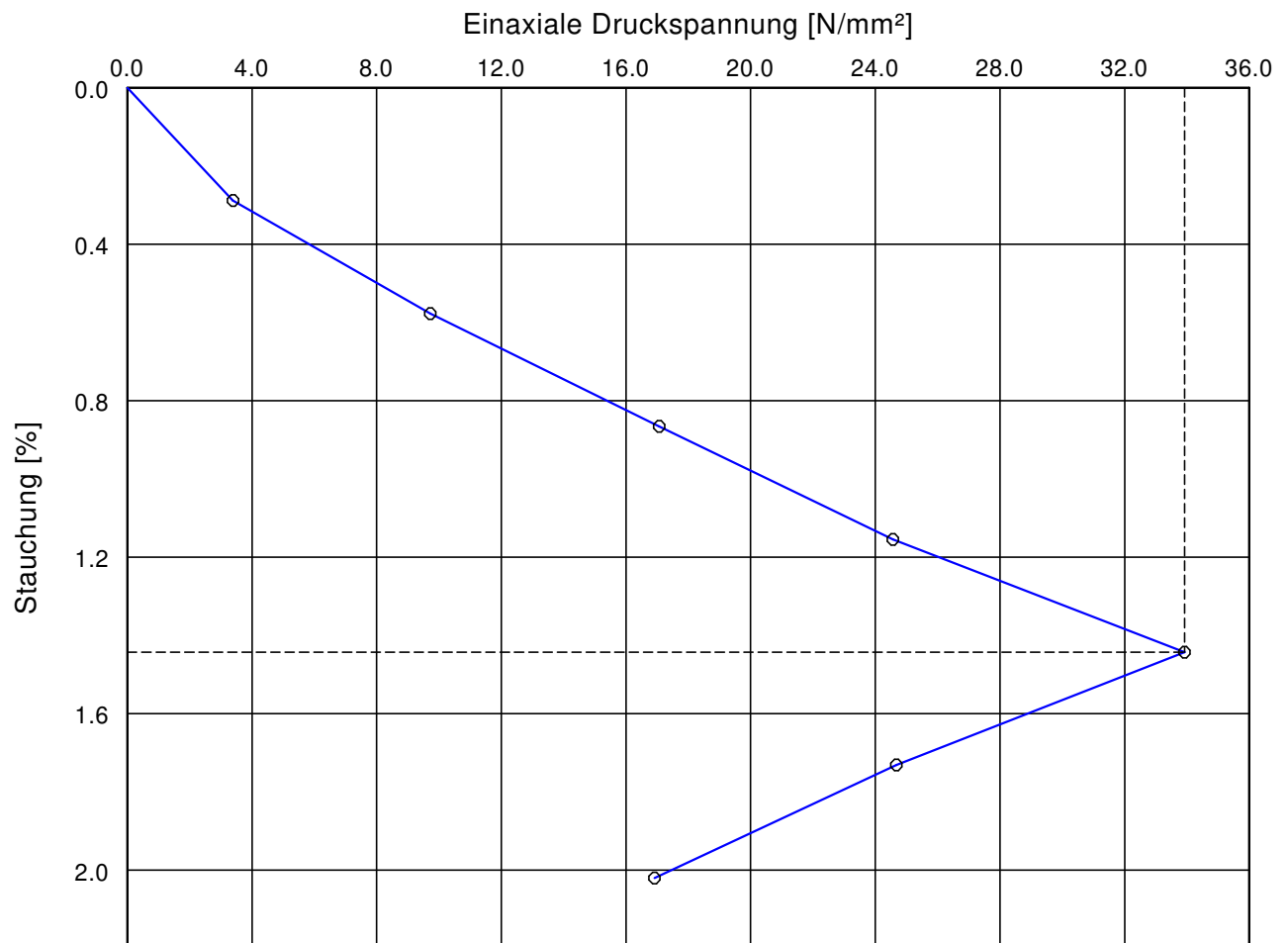
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 10,80 - 11,00 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 49.97	Anfangshöhe [mm] = 69.30
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,602
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 2,63
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 33.924

Stauchung [%] = 1.44

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB1/6B

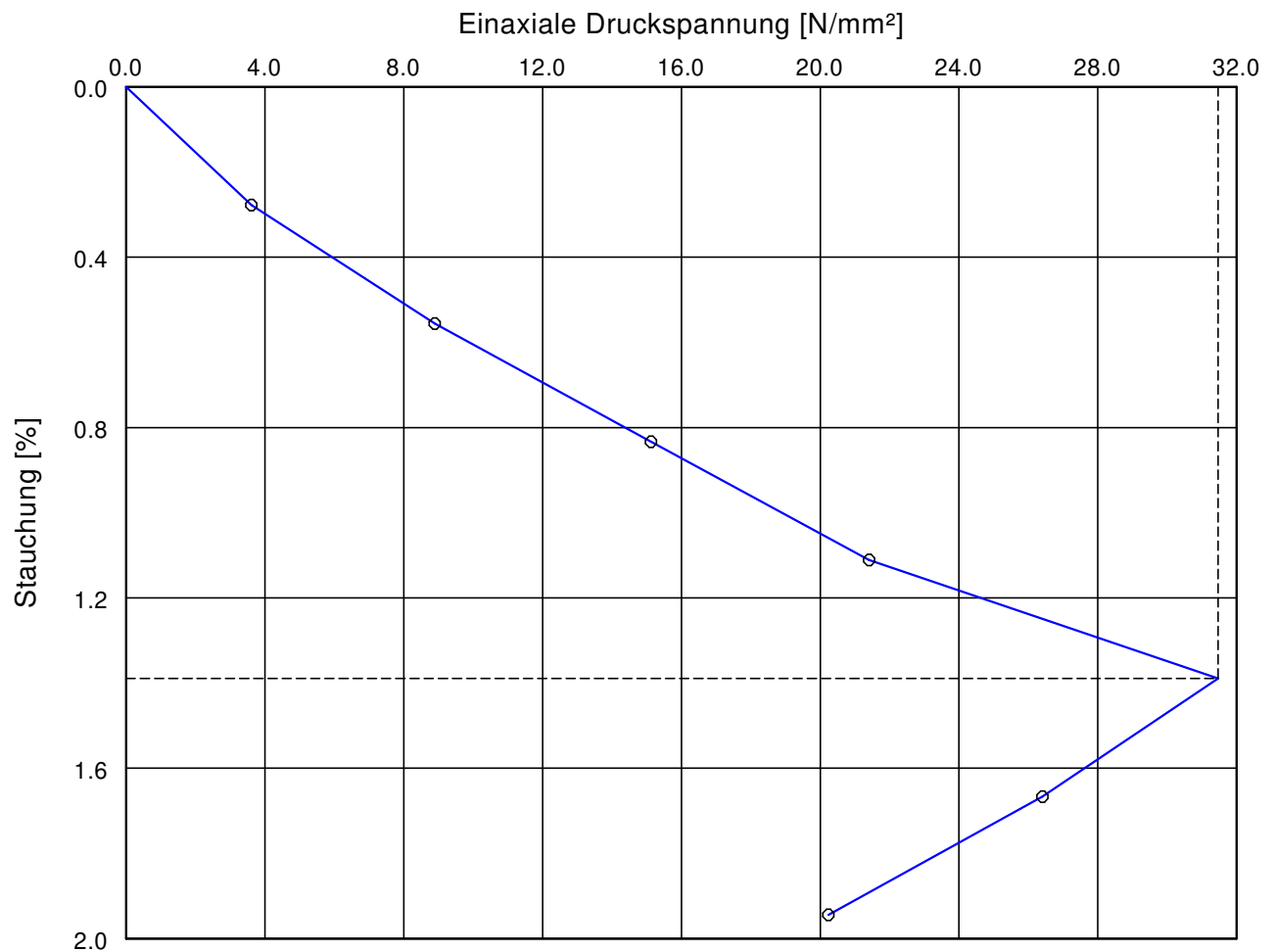
Entnahmestelle: KB 1

Tiefe: 10,80 - 11,00 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm³] = 51.92	Anfangshöhe [mm] = 72.00
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm³] = 2,600
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 2,54
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 31.468

Stauchung [%] = 1.39

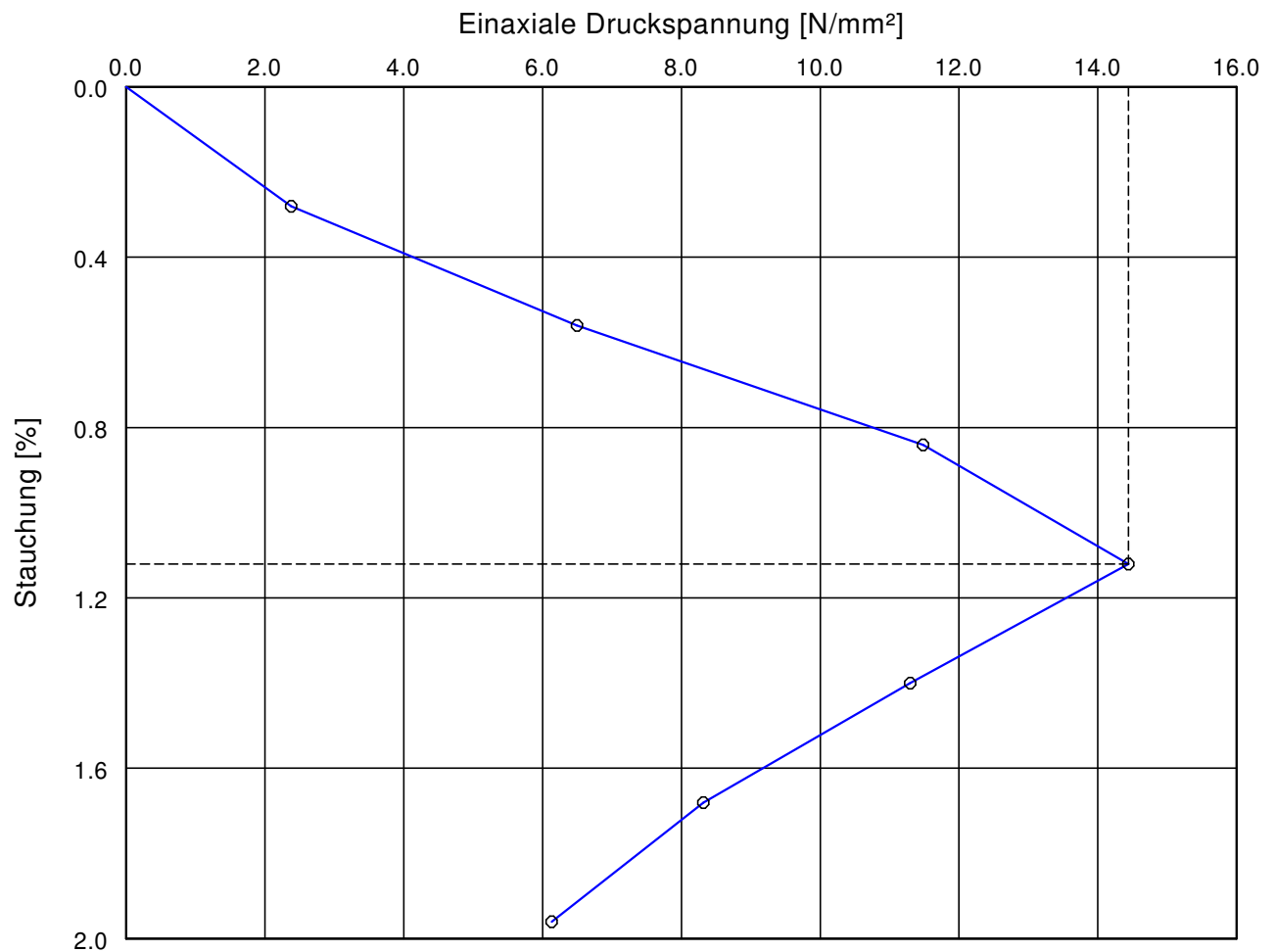
Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB2/17
Entnahmestelle: KB 2
Tiefe: 16,30 - 16,50 m
Bodenart:
Art der Entnahme: ungestört
Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 51.48	Anfangshöhe [mm] = 71.40
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,418
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 6,12
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 14.440

Stauchung [%] = 1.12

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB2/20

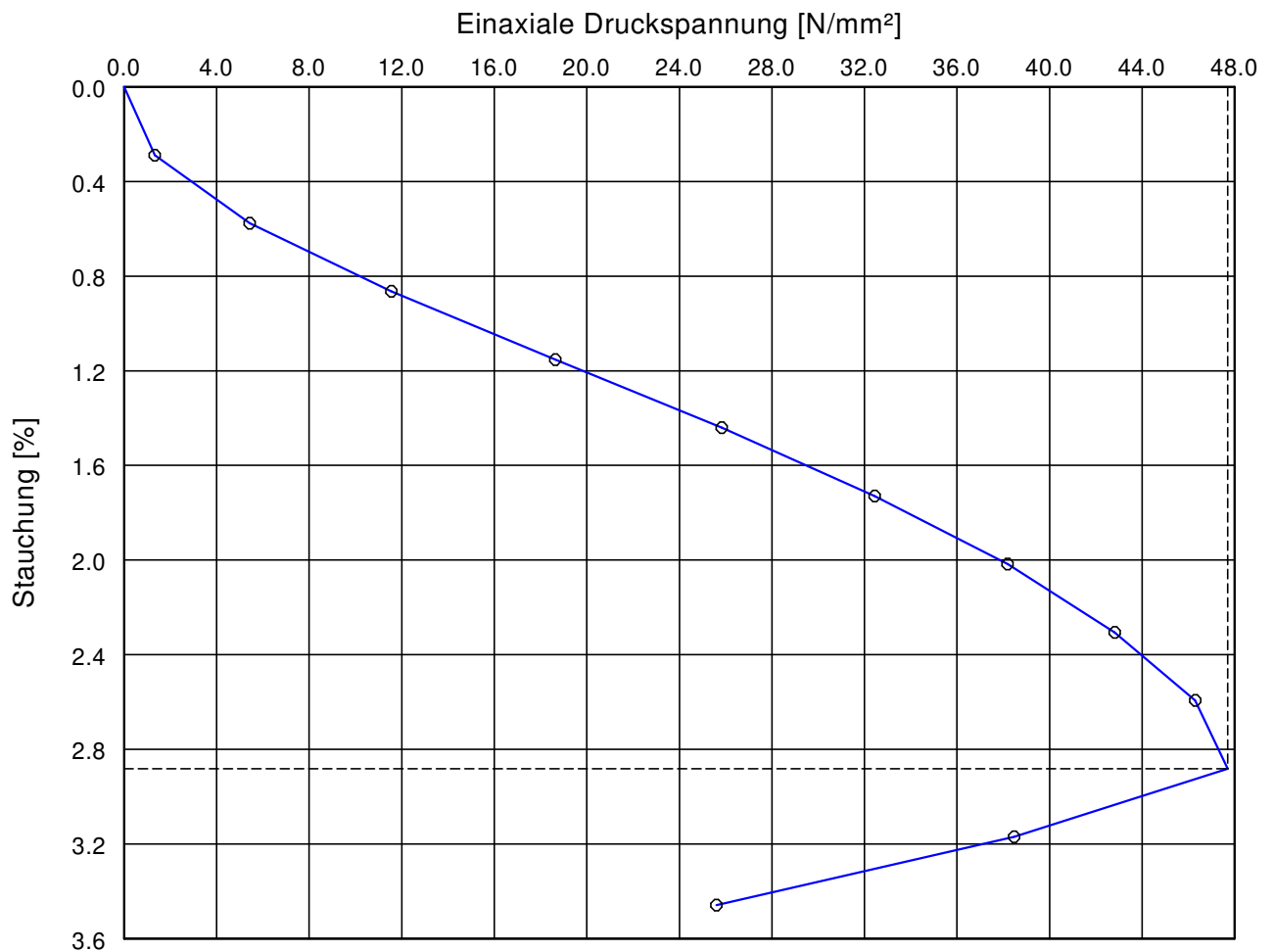
Entnahmestelle: KB 2

Tiefe: 18,65 - 18,80 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 50.04	Anfangshöhe [mm] = 69.40
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,038
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 7,73
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 47.693

Stauchung [%] = 2.88

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB3/12A

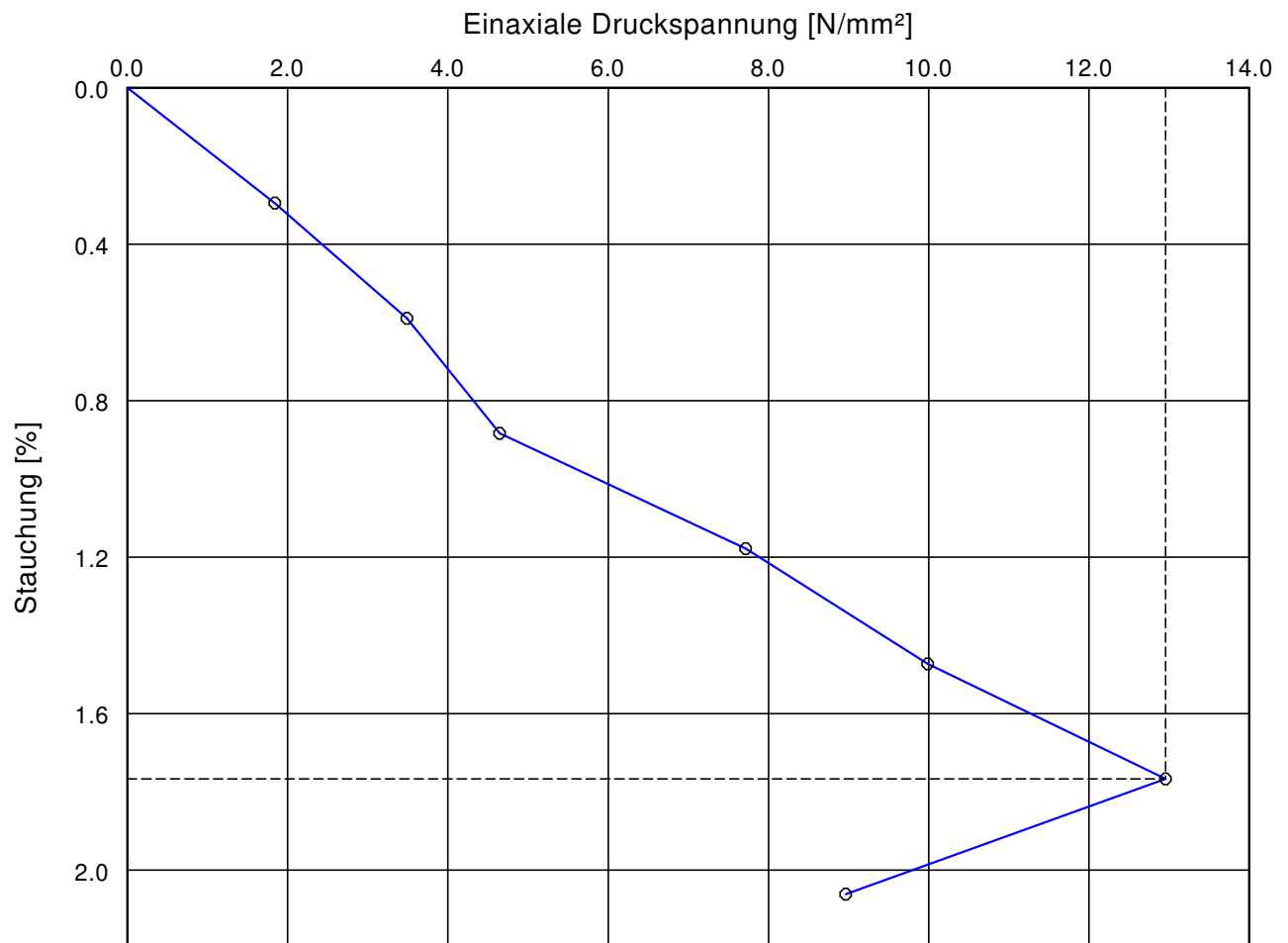
Entnahmestelle: KB 3

Tiefe: 16,50 - 16,60 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 48.96	Anfangshöhe [mm] = 67.90
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,261
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 6,87
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 12.956

Stauchung [%] = 1.77

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB3/12 B

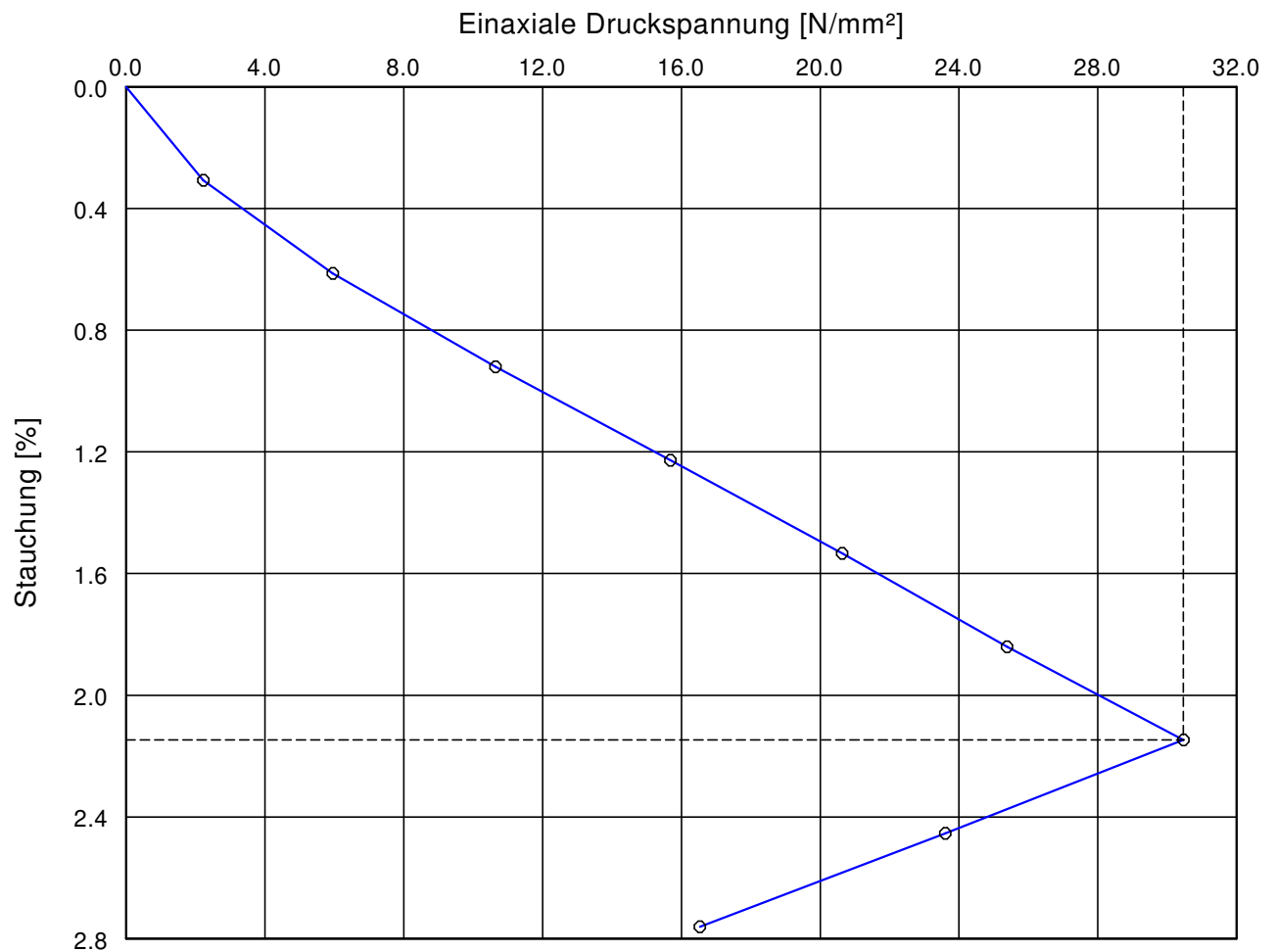
Entnahmestelle: KB 3

Tiefe: 16,50 - 16,60 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 47.01	Anfangshöhe [mm] = 65.20
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,259
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 6,55
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 30.466

Stauchung [%] = 2.15

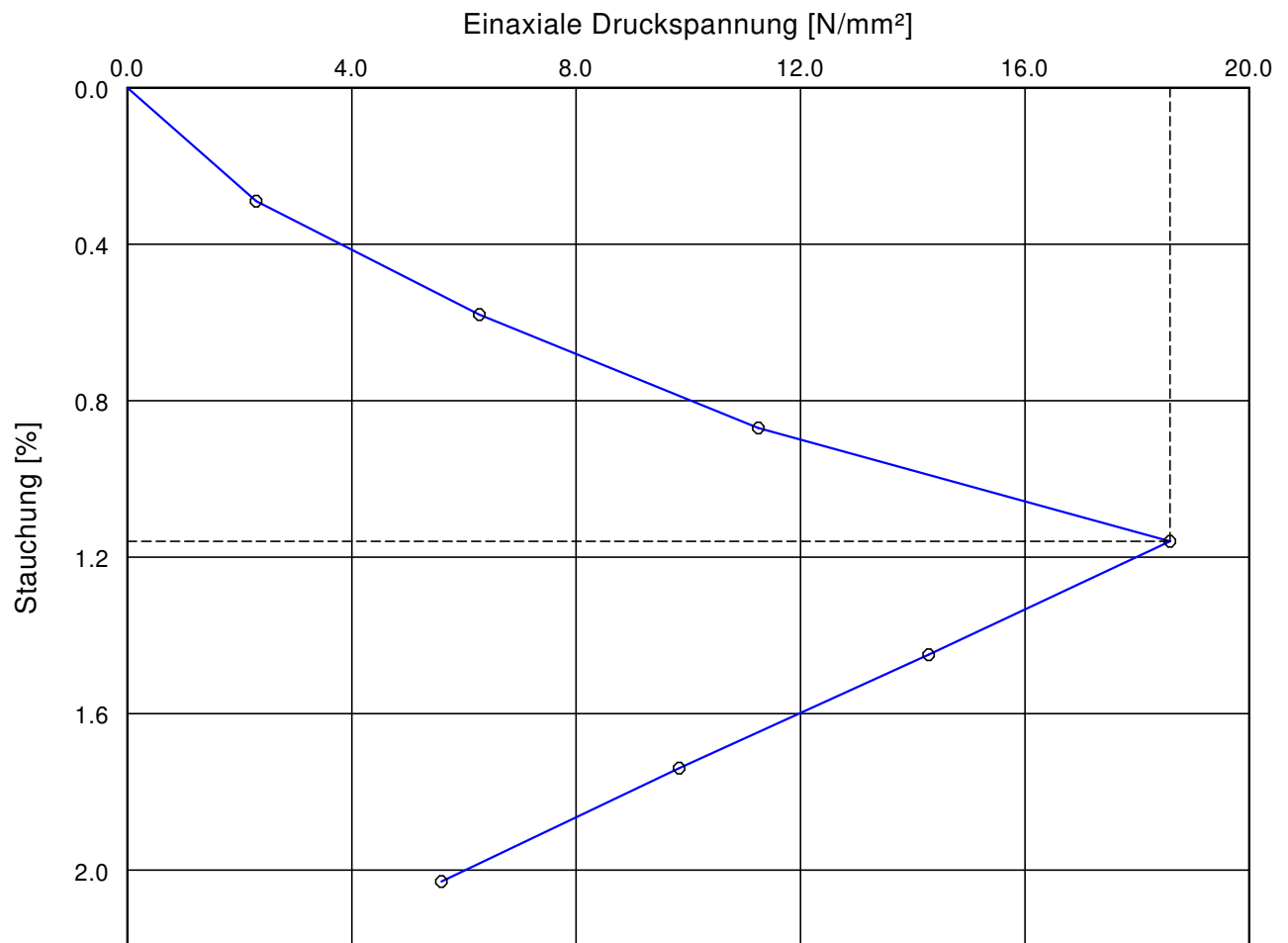
Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB4/11
Entnahmestelle: KB 4
Tiefe: 13,40 - 13,70 m
Bodenart:
Art der Entnahme: ungestört
Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 49.75	Anfangshöhe [mm] = 69.00
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,480
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 5,92
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 18.587
Stauchung [%] = 1.16

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB4/14A

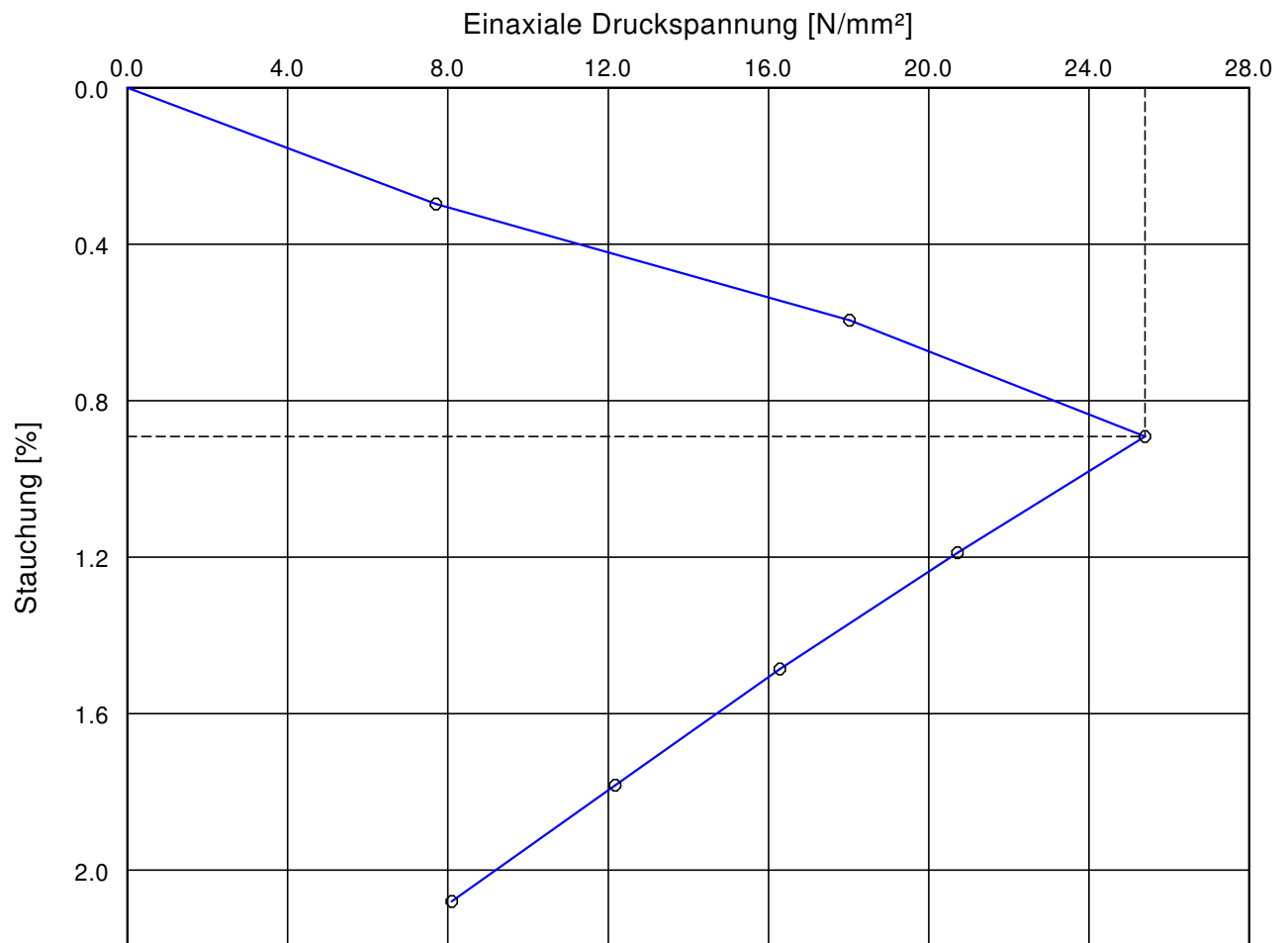
Entnahmestelle: KB 4

Tiefe: 19,00 - 19,20 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 48.85	Anfangshöhe [mm] = 67.30
Durchmesser [mm] = 30,4	Dichte [g/cm ³] = 2,477
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 3,55
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 25.397

Stauchung [%] = 0.89

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB4/14B

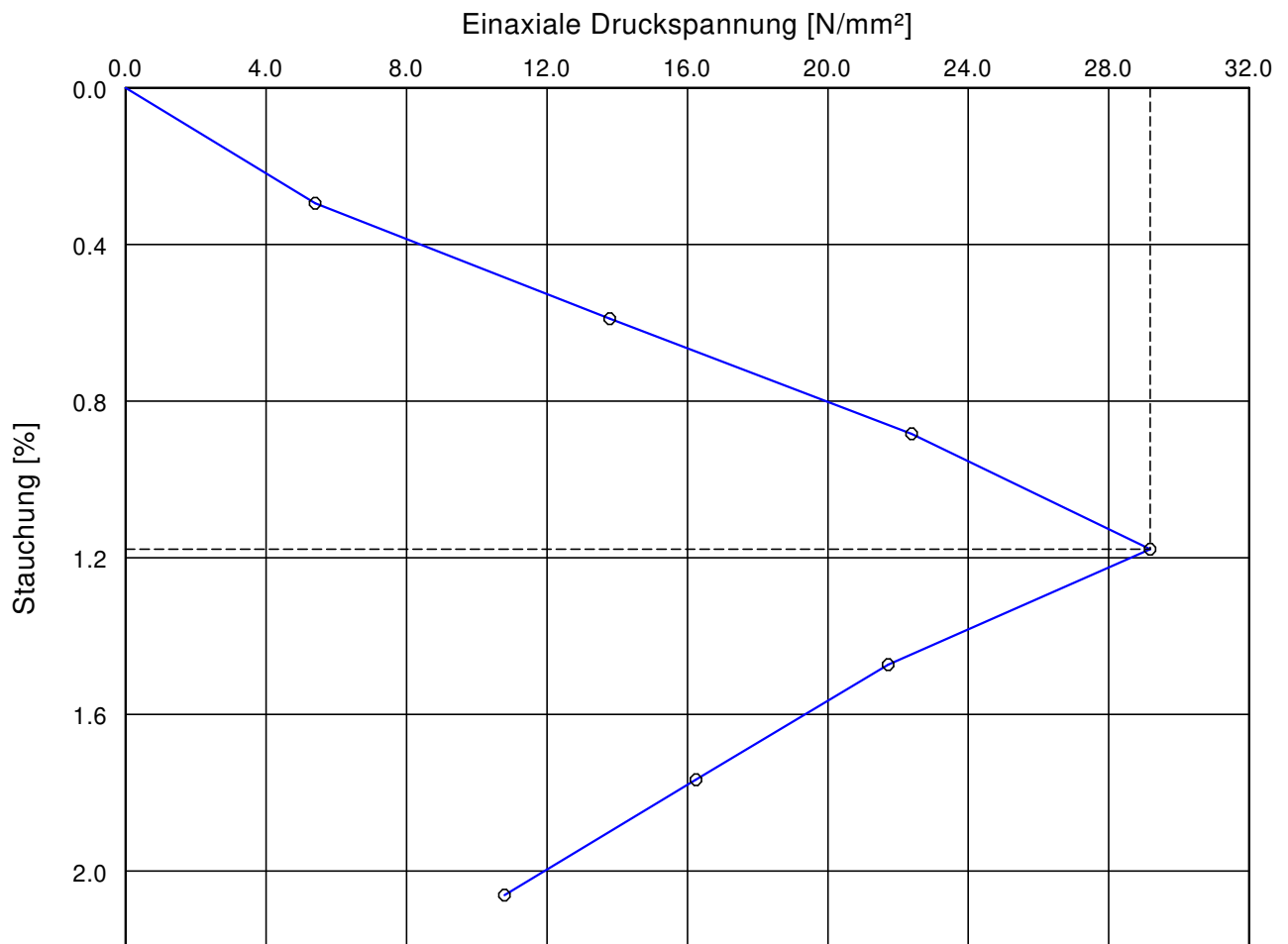
Entnahmestelle: KB 4

Tiefe: 19,00 - 19,20 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 49.28	Anfangshöhe [mm] = 67.90
Durchmesser [mm] = 30,4	Dichte [g/cm ³] = 2,504
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 3,13
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 29.177

Stauchung [%] = 1.18

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB5/17A

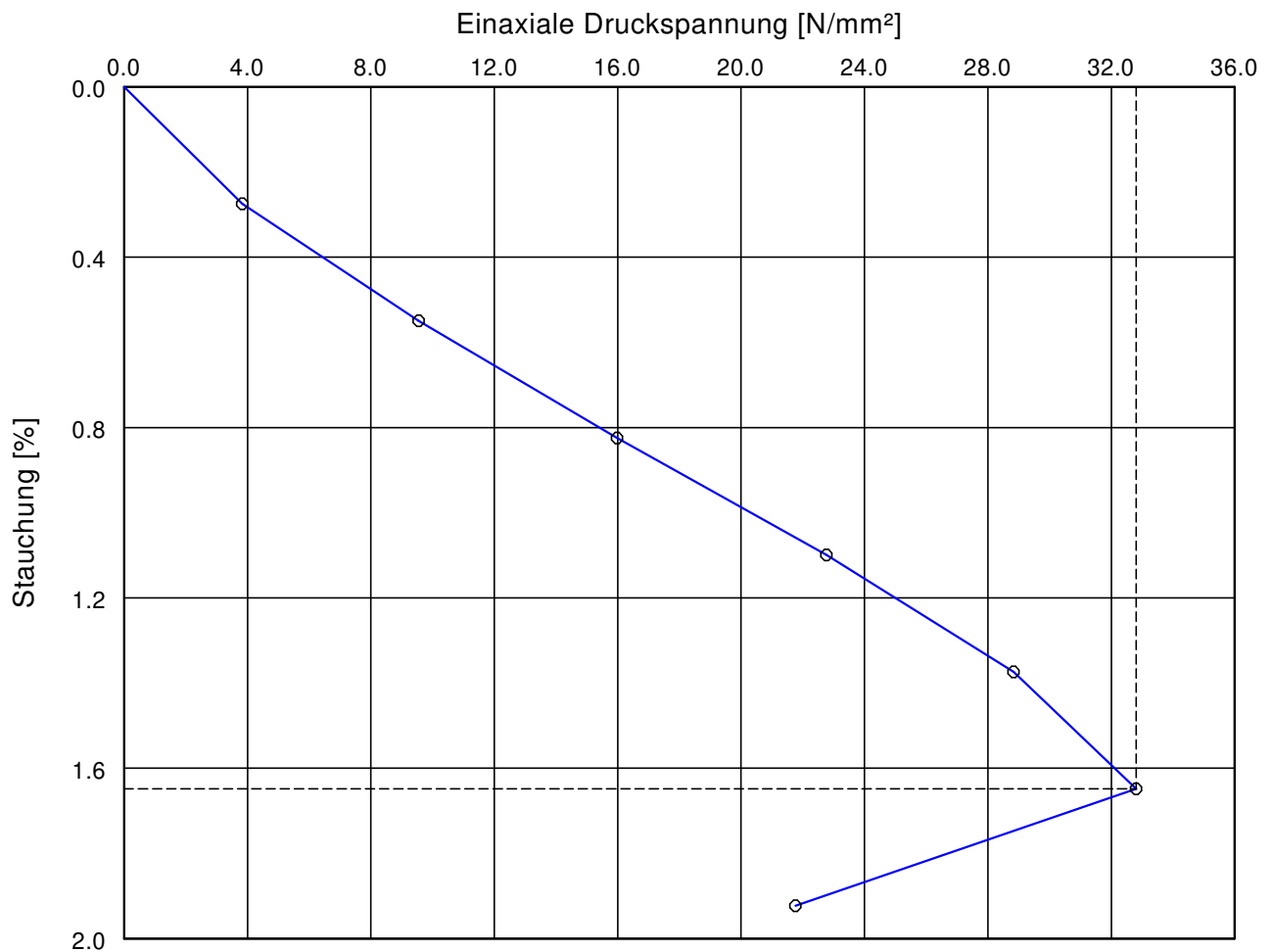
Entnahmestelle: KB 5

Tiefe: 12,70 - 12,80 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 52.49	Anfangshöhe [mm] = 72.80
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,568
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 2,60
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 32.803

Stauchung [%] = 1.65

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB5/17B

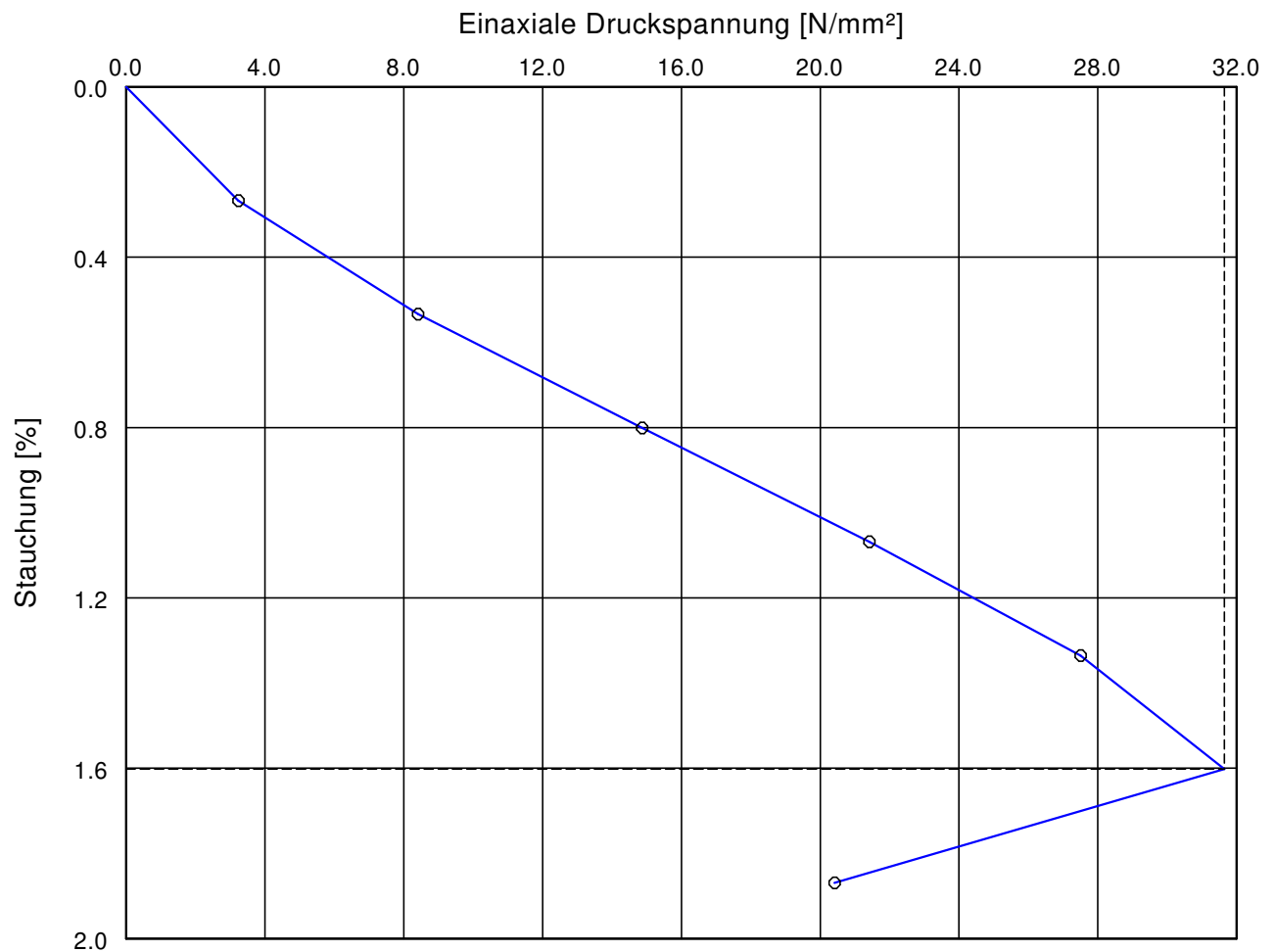
Entnahmestelle: KB 5

Tiefe: 12,70 - 12,80 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 54.01	Anfangshöhe [mm] = 74.90
Durchmesser [mm] = 30,3	Dichte [g/cm ³] = 2,572
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 2,58
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,20	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 31.645

Stauchung [%] = 1.60

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB5/20

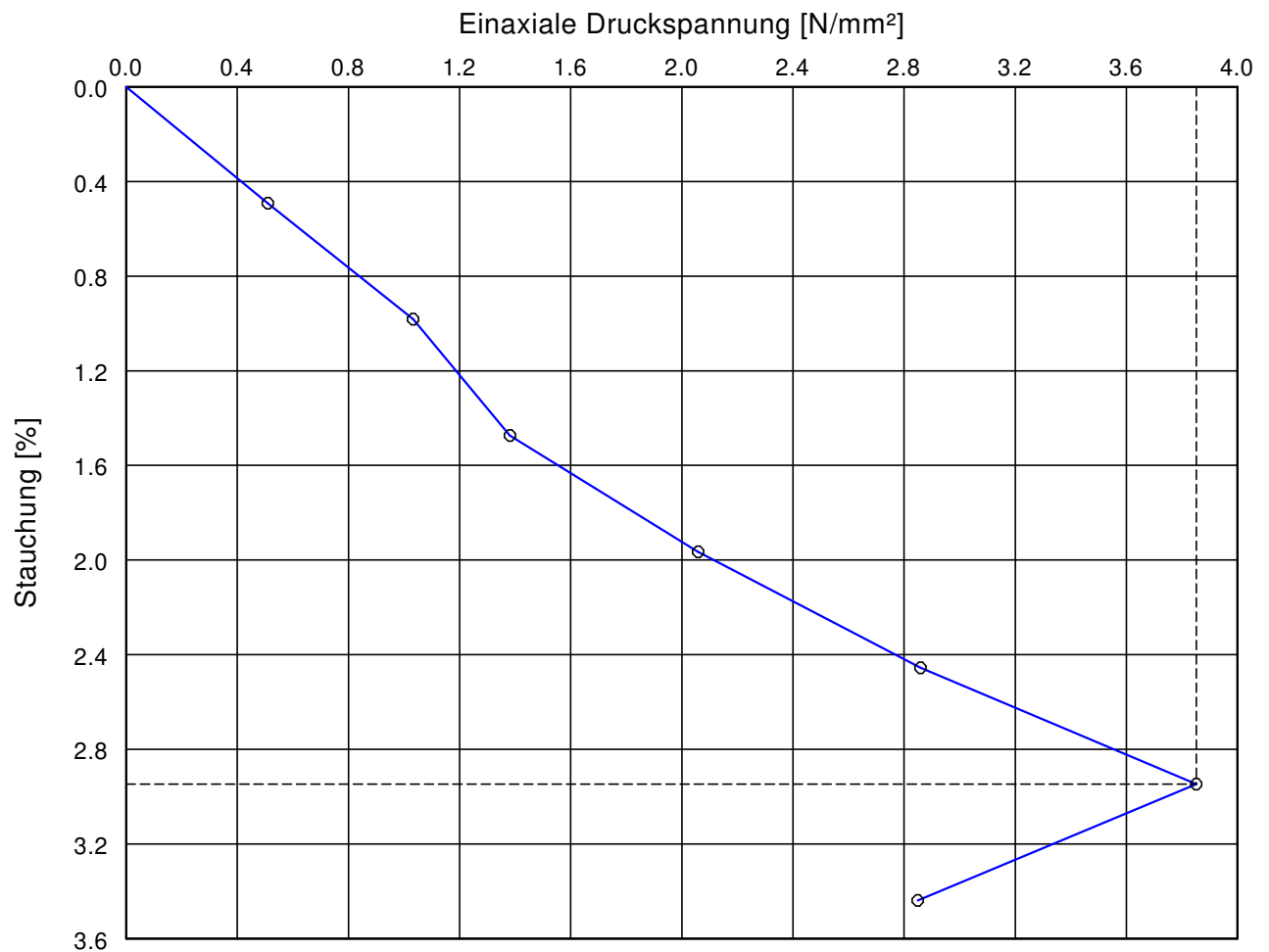
Entnahmestelle: KB 5

Tiefe: 15,20 - 15,40 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 159.04	Anfangshöhe [mm] = 101.80
Durchmesser [mm] = 44,6	Dichte [g/cm ³] = 2,346
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 9,68
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,50	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 3.852

Stauchung [%] = 2.95

Einaxial-Versuch nach DIN EN ISO 17892-7

K3335, Beseitigung der Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain

Bearbeiter: Rau/He

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: KB5/22

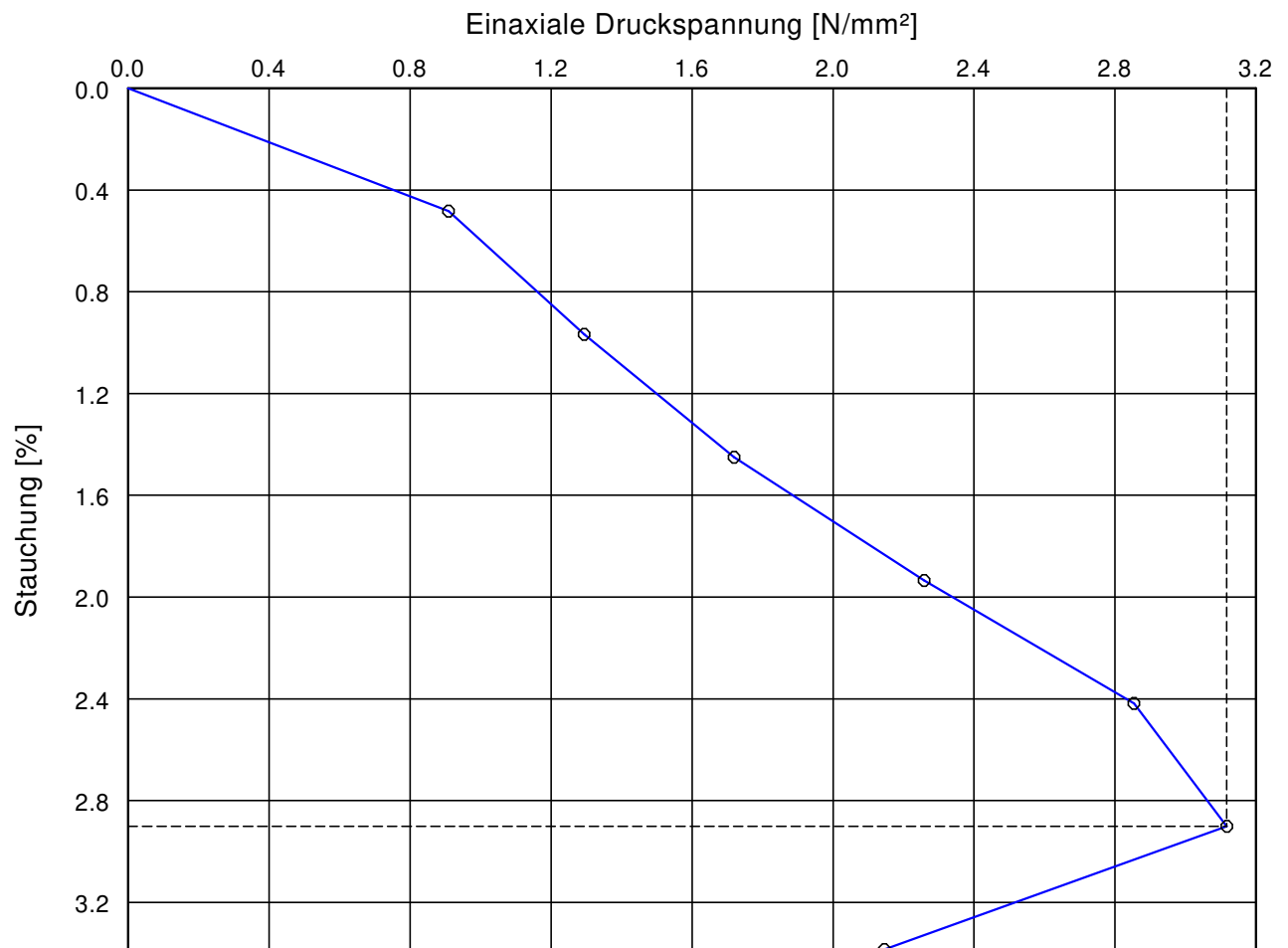
Entnahmestelle: KB 5

Tiefe: 15,80 - 16,00 m

Bodenart:

Art der Entnahme: ungestört

Entnahme am: 08/2019 durch Dr



Anfangsvolumen [cm ³] = 162.99	Anfangshöhe [mm] = 103.40
Durchmesser [mm] = 44,8	Dichte [g/cm ³] = 2,311
w (vorher) [%] = -	w (nachher) [%] = 10,10
Vorschubgeschw. [mm/min] = 0,50	

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 3.117

Stauchung [%] = 2.90

Punktlastversuch und abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit

Probe Nr.	Gestein	Probekörper	Abstand Lastpunkte I	Abmessung Probekörper b	Fläche Probekörper A	Bruchkraft F_B	Punktlastindex / i_S	Größenkorr. (Brook 1985)	Abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit			
			mm	mm	mm ²	N	N/mm ²	N/mm ²	Röt-Tonstein (c = 10) N/mm ²	halbf. Kreidemergel (c = 9) N/mm ²	halbf. Tonstein (c = 5) N/mm ²	Innsbr. Quarzphyllit (c = 15,6) N/mm ²
KB 1/7	Tonstein	Bohrkernstück	38,3	99,8	3822	1000	0,26	0,29	2,88	2,59	1,44	4,49
KB 2/17	Ton-Mergelstein	Bohrkernstück	48,8	100,5	4904,4	7800	1,59	1,85	18,51	16,66	9,25	28,87
KB 2/17	Ton-Mergelstein	Bohrkernstück	50,4	100,5	5065,2	6900	1,36	1,60	15,97	14,37	7,98	24,91
KB 2/20	Ton-Mergelstein	Bohrkernstück	63,1	100,5	6341,55	11100	1,75	2,16	17,50	15,75	8,75	27,31
KB 4/11	Ton-Mergelstein	Bohrkernstück	59,0	99,7	5882	7700	1,31	1,59	15,87	14,28	7,93	24,76
KB 4/11	Ton-Mergelstein	Bohrkernstück	57,7	99,7	5752,69	7600	1,32	1,59	15,94	14,34	7,97	24,86
KB 4/14	Tonstein	Bohrkernstück	48,9	100,5	4914,45	11400	2,32	2,70	27,01	24,31	13,50	42,13
KB 4/14	Tonstein	Bohrkernstück	50,7	100,5	5095,35	10400	2,04	2,40	23,96	21,56	11,98	37,37
KB 5/20	Tonstein	Bohrkernstück	54,5	96,1	5237,45	1800	0,34	0,41	4,06	3,65	2,03	6,33
					/1/	/1/	/1/	/1/	/2/	/2/	/2/	/2/

Verwendete Formeln:

Fläche = Lastpunktastand * Breite

$$A = l \cdot b$$

Punktlastindex = Bruchkraft / Fläche

$$i_S = F_B / A$$

Größenkorrektur nach Brook (1985)

$$i_{S(50)} = (A / 2500)^{0,225} \cdot i_S$$

abweicht.

Gilt, sobald der Lastpunktastand um mehr als 5mm vom Bezugsabstand 50mm

Abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit

$$\sigma_u^* = c \cdot i_S$$

c ist der gesteinspezifische Umrechnungsfaktor

Quellen:

/1/ Empfehlung Nr.5 "Punktlastversuche an Gesteinsproben" des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik

/2/ Prinz Helmut: Ingenieurgeologie/ von Helmut Prinz, Roland Strauß. -5., bearbeitete und erweiterte Auflage, Seite 60f.
Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2011

Brücke i. Z. d. K 3335 (neu) -
"Verbindung K 3320 – Goldshöfe" über die Bahn

Bau-km 0+315
KrW = 100 gon, Lw = 16,78m/17,40m/20,34m/13,91m
Stützweiten: 18,33m/18,90m/21,84m/15,46m
Breite z. d. Geländern: 11,00 m
LH = 6,20 m
Abstand Gleisachse – Widerlager: = 4,60 m

DIN EN 1991-2 Bemessung für LM

Achse 20 - K 3335 (neu) - "Verbindung K 3320 - Goldshöfe"

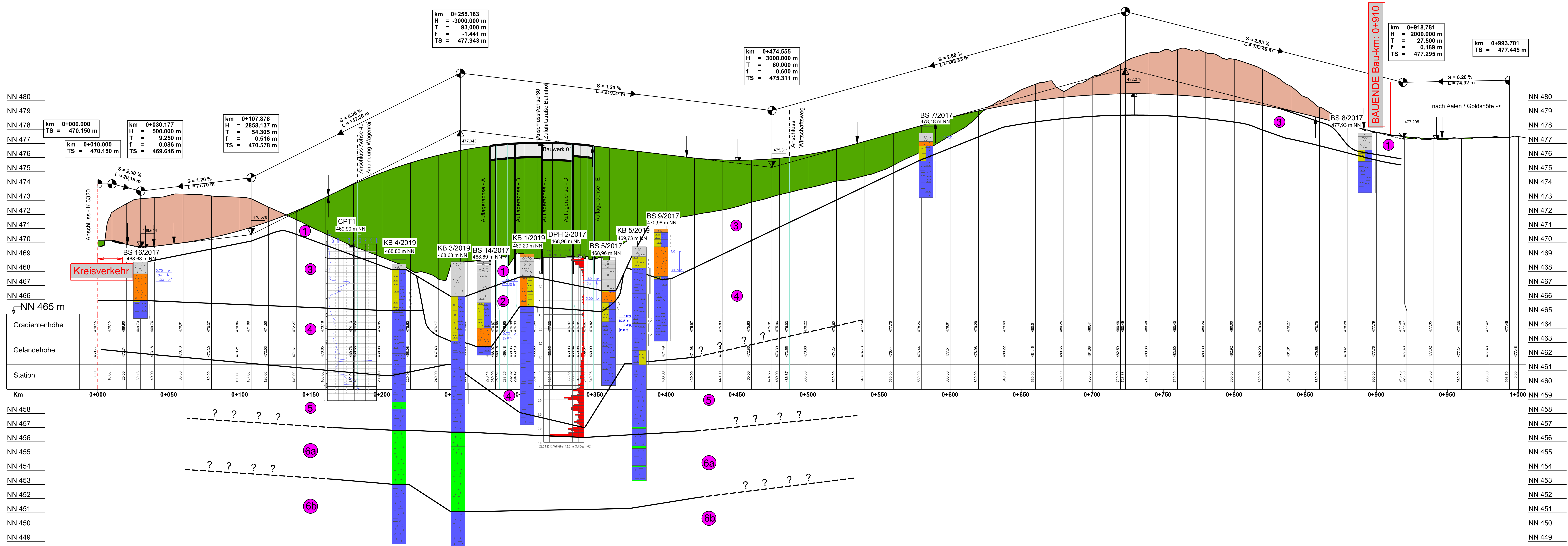
km	0+723.380
H	= -5000.000 m
T	= 133.750 m
f	= -1.789 m
TS	= 482.278 m

km	0+255.183
H	= -3000.000 m
T	= 93.000 m
f	= -1.441 m
TS	= 477.943 m

km	0+474.555
H =	3000.000 m
T =	60.000 m
f =	0.600 m
TS =	475.311 m

km	0+918.781
H	= 2000.000 m
T	= 27.500 m
f	= 0.189 m
TS	= 477.295 m

km	0+993.701
TS =	477.445 m



- 1 Schicht 1, künstliche Auffüllungen
- 2 Schicht 2, Talfüllung
- 3 Schicht 3, Goldshöfer Sande
- 4 Schicht 4, Verwitterungsprofil des Braunjura
- 5 Schicht 5, Tonsteine des Braunjura
- 6a Schicht 6a, Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzzjura (Jurensismergel und Posidonienchiefer)
- 6b Schicht 6b, Tonsteine des Schwarzzjura (Amalteenton)

[illegible]

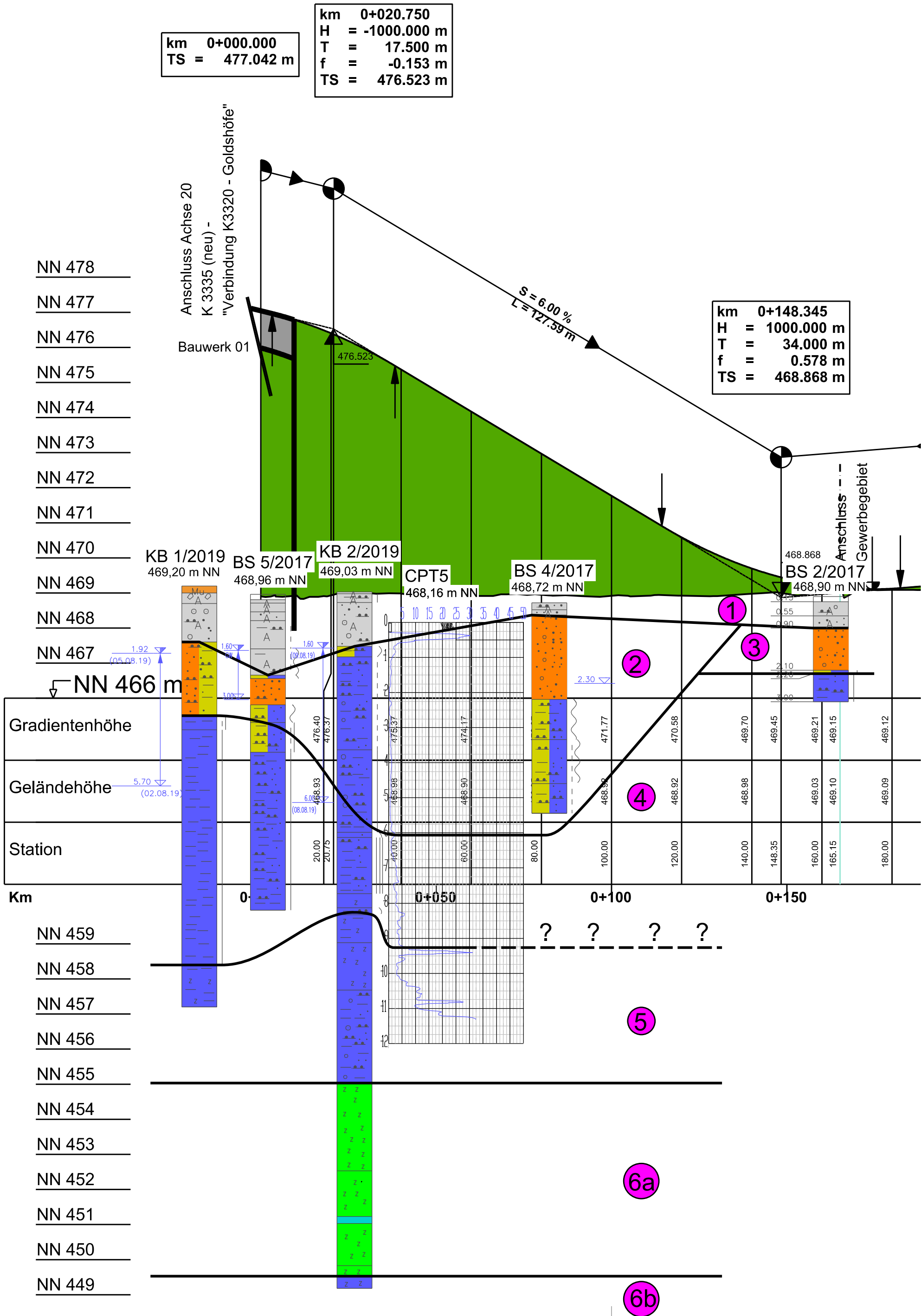
Bauwerk 01

Brücke i. Z. d. K 3335 (neu) -
"Verbindung K 3320 – Goldshöfe" über die Bahn

Bau-km 0+315
KrW = 100 gon, Lw = 16,78m/17,40m/20,34m/13,91m
Stützweiten: 18,33m/18,90m/21,84m/15,46m
Breite z. d. Geländen: 11,00 m
LH = 6,20 m
Abstand Gleisachse – Widerlager: = 4,60 m

DIN EN 1991-2 Bemessung für LM 1

Achse 30
Zufahrtstraße Bahnhof



- 1 Schicht 1, künstliche Auffüllungen
- 2 Schicht 2, Talfüllung
- 3 Schicht 3, Goldshöfer Sande
- 4 Schicht 4, Verwitterungsprofil des Braunjura
- 5 Schicht 5, Tonsteine des Braunjura
- 6a Schicht 6a, Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzjura (Jurensismergel und Posidonienschiefer)
- 6b Schicht 6b, Tonsteine des Schwarzjura (Amaltheenton)

NN 478

NN 477

NN 476

NN 475

NN 474

NN 473

NN 472

NN 471

NN 470

NN 469

NN 468

NN 467

NN 466

NN 465

NN 464

NN 463

NN 462

NN 461

NN 460

NN 459

NN 458

NN 457

NN 456

NN 455

NN 454

NN 453

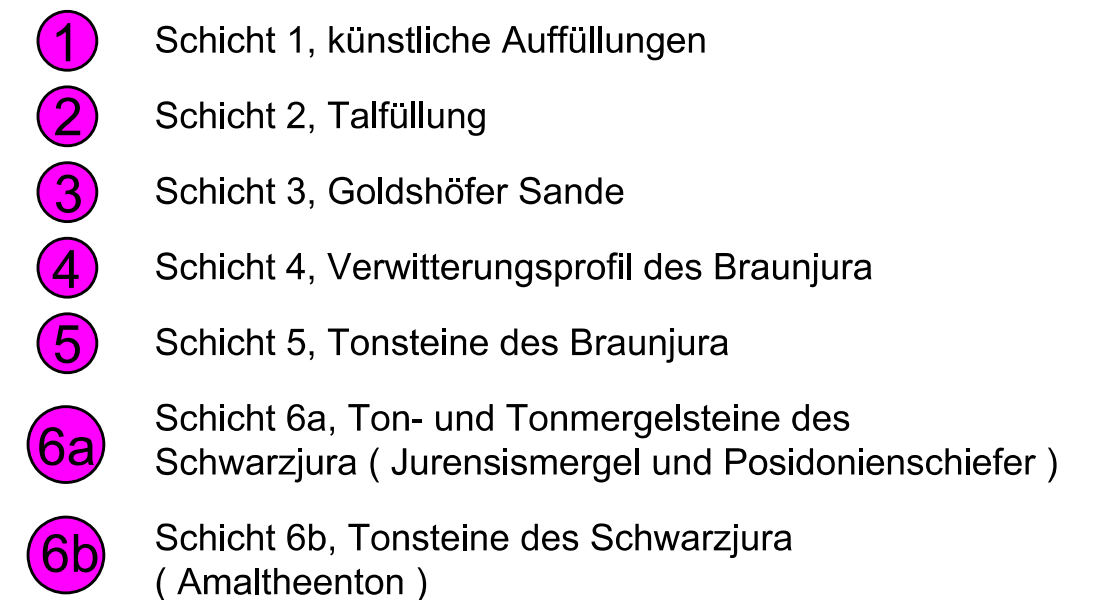
NN 452

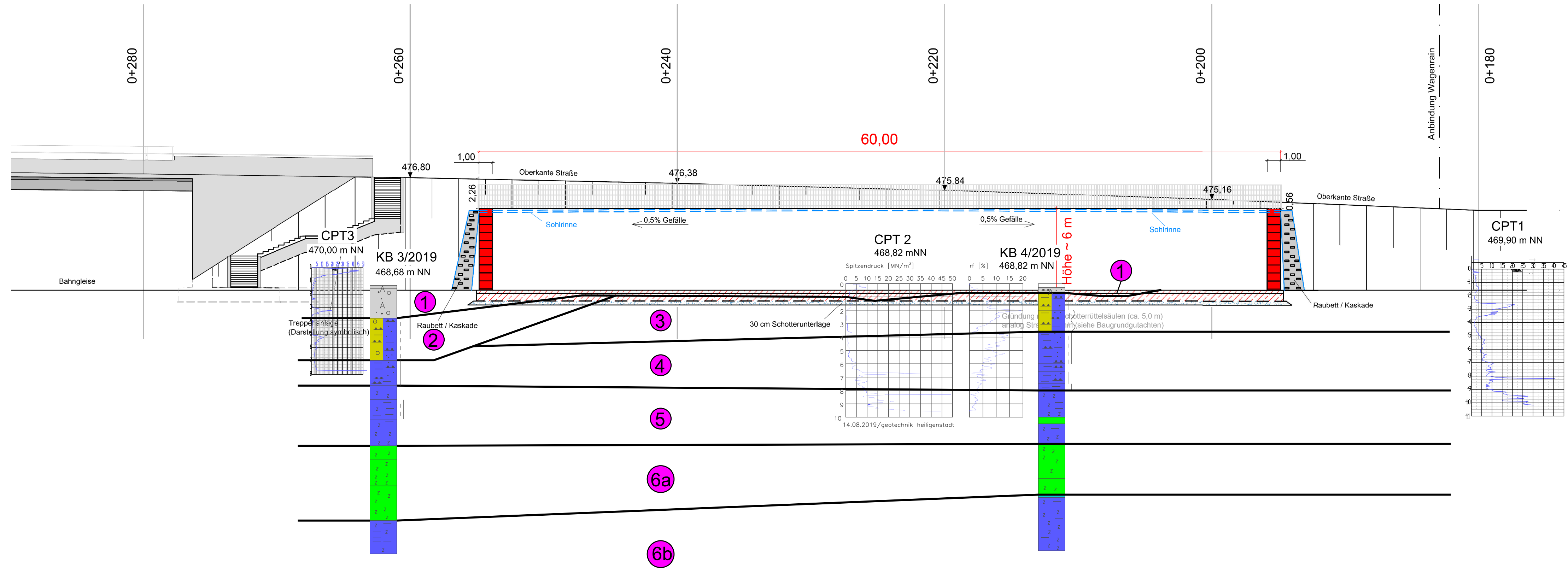
NN 451

NN 450

NN 449

a					
Index	Datum	Name	Änderung / Ergänzung	Plangröße	m²
Auftraggeber:				Plan - Nr.:	4.2
				Projekt - Nr.:	16603
Projekt:				Maßstab: 1: 1000/100	
Darstellung:				bearbeitet:	02.09.19
				gezeichnet:	02.09.19
				geprüft:	02.09.19
Längsschnitt Achse 30				pe	fr
				hō	
GEOTECHNIK AALEN				Robert-Bosch-Str. 59	Tel. 07361 / 9406 - 0
				73431 Aalen	Fax 07361 / 9406 - 10





- ① Schicht 1, künstliche Auffüllungen
- ② Schicht 2, Talfüllung
- ③ Schicht 3, Goldshöfer Sande
- ④ Schicht 4, Verwitterungsprofil des Braunjura
- ⑤ Schicht 5, Tonsteine des Braunjura
- ⑥a Schicht 6a, Ton- und Tonmergelsteine des Schwarzjura (Jurensismergel und Posidonionschiefer)
- ⑥b Schicht 6b, Tonsteine des Schwarzjura (Amaltheenton)

Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.:	442/2878	Datum:	03.09.2019
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen	Entnahmestelle	:
Herkunft der Probe	: Geotechnik Aalen	Entnahmedatum	: 08.08.2019
Art der Probe	: Grundwasser	Probeneingang	: 09.08.2019
Projekt	: 16603		
Originalbezeichnung	: WP_KB-2		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Bearbeitungszeitraum	: 09.08.2019 – 03.09.2019		

2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Betonaggressivität			Methode
			schwach	stark	sehrstark	
pH-Wert	-	7,55	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	940				DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	[mmol/l]	7,07				DIN 38409-H 7: 2005-12
NH ₄ -N	[mg / l]	0,07	15-30	30-60	>60	DIN 38406 - E5: 1983-10
Chlorid	[mg / l]	47				EN ISO 10304-1 :2009-07
NO ₃ -N	[mg / l]	0,3				EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	[mg / l]	131	200-600	600-3000	>3000	EN ISO 10304-1 :2009-07
Calcium	[mg / l]	132				EN ISO 17294: 2017-01
Magnesium	[mg / l]	50	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 17294: 2017-01
Kalium	[mg / l]	9,0				EN ISO 17294: 2017-01
Natrium	[mg / l]	13				EN ISO 17294: 2017-01
Kalkaggr. Kohlensäure	[mg / l]	< 2,0	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10: 2012-12

Markt Rettenbach, den 03.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder
(QMB)

Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.:	442/2880	Datum:	03.09.2019
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen	Entnahmestelle	:
Herkunft der Probe	: Geotechnik Aalen	Entnahmedatum	: 13.08.2019
Art der Probe	: Grundwasser	Probeneingang	: 16.08.2019
Projekt	: 16603		
Originalbezeichnung	: WP-KB-5		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Bearbeitungszeitraum	: 16.08.2019 – 03.09.2019		

2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Betonaggressivität			Methode
			schwach	stark	sehrstark	
pH-Wert	-	7,40	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	1072				DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	[mmol/l]	4,88				DIN 38409-H 7: 2005-12
NH ₄ -N	[mg / l]	0,05	15-30	30-60	>60	DIN 38406 - E5: 1983-10
Chlorid	[mg / l]	70				EN ISO 10304-1 :2009-07
NO ₃ -N	[mg / l]	10,1				EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	[mg / l]	39	200-600	600-3000	>3000	EN ISO 10304-1 :2009-07
Calcium	[mg / l]	123				EN ISO 17294: 2017-01
Magnesium	[mg / l]	34	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 17294: 2017-01
Kalium	[mg / l]	4				EN ISO 17294: 2017-01
Natrium	[mg / l]	14				EN ISO 17294: 2017-01
Kalkaggr. Kohlensäure	[mg / l]	< 2,0	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10: 2012-12

Markt Rettenbach, den 03.09.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder
(QMB)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 10.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 1/1	Probe 2/1	Probe 3/1	Probe 5/1	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16					
Naphthalin	18	0,56	0,23	0,14	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,65	0,13	1,2	0,10	mg/kg TS
Acenaphthen	7,1	0,27	0,11	< 0,05	mg/kg TS
Fluoren	8,0	0,27	0,28	0,14	mg/kg TS
Phenanthren	15	0,89	0,69	0,44	mg/kg TS
Anthracen	4,1	0,27	1,4	0,14	mg/kg TS
Fluoranthren	10	0,74	1,5	0,35	mg/kg TS
Pyren	6,4	0,50	1,3	0,36	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	1,5	0,29	1,2	0,24	mg/kg TS
Chrysen	2,0	0,28	1,2	0,53	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	1,7	0,41	2,5	0,51	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,80	0,25	1,4	0,29	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	0,27	< 0,05	0,56	0,05	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,29	0,05	0,88	< 0,05	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	0,68	0,09	1,1	0,11	mg/kg TS
Summe PAK 16*	76	5,0	16	3,4	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Probe 1/1	Probe 2/1	Probe 3/1	Probe 5/1
Labornummer:	1704010-1	1704010-2	1704010-3	1704010-4
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	300g	300g	300g	300g

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 10.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 6/1	Probe 7/1	Probe 7/2	Probe 8/1	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16					
Naphthalin	0,24	2,8	0,13	0,14	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,27	0,06	0,06	0,05	mg/kg TS
Acenaphthen	0,05	0,43	0,19	< 0,05	mg/kg TS
Fluoren	0,24	0,20	0,18	0,09	mg/kg TS
Phenanthren	1,0	1,0	0,71	0,45	mg/kg TS
Anthracen	0,44	0,18	0,17	0,09	mg/kg TS
Fluoranthren	0,99	1,1	1,1	0,31	mg/kg TS
Pyren	0,80	0,93	0,68	0,38	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,45	0,32	0,23	0,17	mg/kg TS
Chrysen	0,71	0,71	0,23	0,40	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	0,89	0,47	0,22	0,26	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,39	0,28	0,15	0,11	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	0,09	0,10	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,11	0,12	0,07	< 0,05	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	0,20	0,21	0,26	0,12	mg/kg TS
Summe PAK 16*	6,9	8,9	4,4	2,6	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Probe 6/1	Probe 7/1	Probe 7/2	Probe 8/1
Labornummer:	1704010-5	1704010-6	1704010-7	1704010-8
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	300g	300g	300g	300g

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 10.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Asphalt- probe bei BS 10	Probe 14/1	Probe 17/1	Probe 17/2	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16					
Naphthalin	0,11	0,97	0,21	0,13	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,06	1,2	0,05	< 0,05	mg/kg TS
Acenaphthen	< 0,05	0,44	0,05	< 0,05	mg/kg TS
Fluoren	< 0,05	1,3	0,08	0,05	mg/kg TS
Phenanthren	0,12	5,9	0,22	0,12	mg/kg TS
Anthracen	0,09	2,7	0,08	0,06	mg/kg TS
Fluoranthren	0,20	5,5	0,23	0,19	mg/kg TS
Pyren	0,33	3,7	0,18	0,29	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,12	2,0	0,15	0,15	mg/kg TS
Chrysen	0,22	2,0	0,19	0,25	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	0,16	3,5	0,22	0,31	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,08	1,4	0,09	0,16	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,05	0,38	0,05	< 0,05	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,05	0,66	< 0,05	0,07	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	0,17	0,74	0,16	0,16	mg/kg TS
Summe PAK 16*	1,7	32	2,0	1,9	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Asphalt-probe bei BS 10	Probe 14/1	Probe 17/1	Probe 17/2
Labornummer:	1704010-9	1704010-10	1704010-11	1704010-12
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	300g	300g	300g	300g

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 10.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 18/1	Probe 18/2	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16			
Naphthalin	3,4	0,23	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,28	0,06	mg/kg TS
Acenaphthen	0,09	< 0,05	mg/kg TS
Fluoren	0,25	< 0,05	mg/kg TS
Phenanthren	1,0	0,15	mg/kg TS
Anthracen	0,41	0,06	mg/kg TS
Fluoranthren	0,95	0,21	mg/kg TS
Pyren	0,68	0,26	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,40	0,15	mg/kg TS
Chrysen	0,43	0,33	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	0,53	0,24	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,28	0,11	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	0,10	0,06	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,10	0,05	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	0,18	0,15	mg/kg TS
Summe PAK 16*	9,1	2,1	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Probe 18/1	Probe 18/2
Labornummer:	1704010-13	1704010-14
Matrix:	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	300g	300g

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 10. April 2017
Analytik-Team GmbH



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 06.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 1/2	Probe 7/3	Probe 14/2	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16				
Naphthalin	0,29	2,2	0,16	mg/kg TS
Acenaphthylen	19	7,4	0,82	mg/kg TS
Acenaphthen	1,8	5,0	0,17	mg/kg TS
Fluoren	5,5	11	0,21	mg/kg TS
Phenanthren	37	58	1,1	mg/kg TS
Anthracen	44	22	1,3	mg/kg TS
Fluoranthren	110	62	3,2	mg/kg TS
Pyren	88	36	2,7	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	45	18	1,5	mg/kg TS
Chrysen	43	18	1,4	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	74	24	2,4	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	43	13	1,4	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	8,6	3,0	0,27	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	20	5,3	0,64	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	19	5,1	0,77	mg/kg TS
Summe PAK 16*	560	290	18	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Probe 1/2	Probe 7/3	Probe 14/2
Labornummer:	1704011-1	1704011-2	1704011-5
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Beutel	PE-Beutel	PE-Beutel
Probenmenge:	500g	500g	500g

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 6. April 2017
Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 06.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 10/1	Probe 13/1	Probe 14/4	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: PAK 16				
Naphthalin	0,01	0,01	0,01	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,03	0,02	0,16	mg/kg TS
Acenaphthen	0,01	0,01	0,01	mg/kg TS
Fluoren	0,01	0,01	0,03	mg/kg TS
Phenanthren	0,07	0,02	0,19	mg/kg TS
Anthracen	0,06	0,02	0,23	mg/kg TS
Fluoranthren	0,15	0,07	0,66	mg/kg TS
Pyren	0,12	0,06	0,57	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,07	0,03	0,34	mg/kg TS
Chrysen	0,09	0,03	0,37	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	0,17	0,06	0,75	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,08	0,03	0,44	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	0,02	0,01	0,12	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	0,02	0,30	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	0,05	0,06	0,30	mg/kg TS
Summe PAK 16*	0,99	0,46	4,5	mg/kg TS
Polychlorierte Biphenyle: PCB				
PCB 28	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 52	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 101	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 138	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 153	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 180	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Summe PCB*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287
PCB: DIN EN 15308

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 06.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter	Probe 10/1	Probe 13/1	Probe 14/4	Dimension
Dichlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1-Dichlorethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Summe LHKW*	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Benzol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Toluol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Ethylbenzol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
m/p-Xylol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
o-Xylol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Summe BTEX*	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: LHKW: DIN EN ISO 10301, GC-ECD
BTEX: DIN 38407-9, GC-FID

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 06.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter		Probe 10/1	Probe 13/1	Probe 14/4	Dimension
Extrah. org. Halogenverb. EOX		< 0,50	< 0,50	< 0,50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe C₁₀-C₂₂		< 50	< 50	< 50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe C₁₀-C₄₀		< 50	240	170	mg/kg TS
Cyanide, ges. CN⁻		< 0,10	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Schwermetalle:					
Arsen As		10	4,6	15	mg/kg TS
Blei Pb		22	9,0	31	mg/kg TS
Cadmium Cd		< 0,40	< 0,40	< 0,40	mg/kg TS
Chrom, ges. Cr		17	13	45	mg/kg TS
Kupfer Cu		15	20	38	mg/kg TS
Nickel Ni		14	25	46	mg/kg TS
Quecksilber Hg		0,32	< 0,10	0,32	mg/kg TS
Thallium Tl		< 0,50	< 0,50	< 0,50	mg/kg TS
Zink Zn		51	26	81	mg/kg TS

Analytik:

EOX:
Cyanide, ges.:
Quecksilber:

DIN 38414-17
ISO 11262
DIN EN ISO 12846

KW-GC:
Säureaufschluss:
Metalle außer Hg:

DIN EN 14039
DIN EN 13657
DIN EN ISO 11885

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: 30.03.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 03.04.- 06.04.2017

Untersuchungsbefund:

Parameter		Probe 10/1	Probe 13/1	Probe 14/4	Dimension
pH-Wert	bei 18°C	8,0	8,0	7,9	--
Leitfähigkeit	bei 25°C	260	230	290	µS/cm
Chlorid	Cl ⁻	5,7	< 3,0	< 3,0	mg/l
Sulfat	SO ₄ ²⁻	< 3,0	< 3,0	11	mg/l
Cyanide, ges.	CN ⁻	< 5,0	< 5,0	< 5,0	µg/l
Phenolindex	PI	< 10	< 10	< 10	µg/l
Schwermetalle:					
Arsen	As	< 3,0	< 3,0	< 3,0	µg/l
Blei	Pb	< 10	< 10	< 10	µg/l
Cadmium	Cd	< 1,0	< 1,0	< 1,0	µg/l
Chrom, ges.	Cr	< 10	< 10	< 10	µg/l
Kupfer	Cu	< 10	< 10	< 10	µg/l
Nickel	Ni	< 10	< 10	< 10	µg/l
Quecksilber	Hg	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
Zink	Zn	< 25	< 25	< 25	µg/l

Analytik:	Eluat:	DIN EN 12457-4	pH-Wert:	DIN 38404-5
	Leitfähigkeit:	DIN EN 27888	Chlorid, Sulfat:	DIN EN ISO 10304
	Cyanide, ges.:	DIN 38405-13	Phenolindex:	DIN 38409-16
	Quecksilber:	DIN EN ISO 12846	Metalle außer Quecksilber:	DIN EN ISO 11885

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	Probe 10/1	Probe 13/1	Probe 14/4
Labornummer:	1704011-3	1704011-4	1704011-6
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Beutel	PE-Beutel	PE-Beutel
Probenmenge:	1,0kg	750g	1,0kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 6. April 2017
Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1908206-1

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 22.08.-26.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: MP 1/2019

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	< 0,01
Acenaphthylen	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	0,01
Anthracen	0,01
Fluoranthren	0,02
Pyren	0,02
Benzo(a)anthracen	0,01
Chrysen	0,02
Benzo(b/k)fluoranthren	0,02
Benzo(a)pyren	0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,01
Benzo(ghi)perylene	0,01
Summe PAK 16*	0,14
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010
Schwermetalle im Festst. [mg/kg TS]	
Arsen As	7,2
Blei Pb	14
Cadmium Cd	< 0,40
Chrom, ges. Cr	20
Kupfer Cu	9,7
Nickel Ni	18
Quecksilber Hg	< 0,10
Thallium Tl	< 0,50
Zink Zn	47
EOX [mg/kg TS]	< 0,50
MKW C₁₀-C₂₂ [mg/kg TS]	< 50
MKW C₁₀-C₄₀ [mg/kg TS]	< 50
Cyanide, ges. [mg/kg TS]	< 0,10

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010
Eluat	
pH-Wert	8,1
Temperatur [°C]	26
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	200
Chlorid [mg/l]	3,7
Sulfat [mg/l]	< 3,0
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen As	< 0,0030
Blei Pb	< 0,010
Cadmium Cd	< 0,0010
Chrom Cr	< 0,010
Kupfer Cu	< 0,010
Nickel Ni	< 0,010
Quecksilber Hg	< 0,0001
Zink Zn	< 0,025

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
PCB DIN EN 15308 : 2008-05
LHKW DIN EN ISO 10301 : 1997
Aufschluß DIN EN 13657 : 2003-01
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 : 2009-09

Hg DIN EN ISO 12846 : 2012-08
EOX DIN 38414-17 : 1989-11
MKW DIN EN 14039 : 2005-01
Cyan. Fest. DIN ISO 11262 : 2012-04
AKW DIN 38407-9 : 1991-05
Eluat DIN EN 12457-4 : 2003-01

pH-Wert DIN 38404-5 : 2009-07
Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Cyan. Eluat DIN 38405-13 : 2011-04
Phenolind. DIN 38409-16 : 1984-07

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP 1/2019
Labornummer:	1908206-1
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer
Probenmenge:	ca. 5l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 26. August 2019
Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1908206-1-1

Analytik gemäß Deponieverordnung DK0-Parameterumfang im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 22.08.-26.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: MP 1/2019

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	< 0,01
Acenaphthylen	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01
Fluoren	< 0,01
Phenanthren	0,01
Anthracen	0,01
Fluoranthren	0,02
Pyren	0,02
Benzo(a)anthracen	0,01
Chrysen	0,02
Benzo(b/k)fluoranthren	0,02
Benzo(a)pyren	0,01
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,01
Benzo(ghi)perylene	0,01
Summe PAK 16*	0,14
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010
Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010
MKW C ₁₀ -C ₄₀ [mg/kg TS]	< 50
Extrah. lipophile St. [M.-%]	< 0,050
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]	
bestimmt als Glühverlust	2,5
bestimmt als TOC	< 0,50

Eluat	
pH-Wert	8,1
Temperatur [°C]	26
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Chlorid [mg/l]	3,7
Sulfat [mg/l]	< 3,0
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen As	< 0,0030
Blei Pb	< 0,010
Cadmium Cd	< 0,0010
Chrom ges. Cr	< 0,010
Kupfer Cu	< 0,010
Nickel Ni	< 0,010
Quecksilber Hg	< 0,0001
Zink Zn	< 0,025
Barium Ba	0,020
Molybdän Mo	< 0,010
Antimon Sb	< 0,0030
Selen Se	< 0,0030
DOC [mg/l]	9,2
Fluorid [mg/l]	0,69
Cyanide, l.f. [mg/l]	< 0,010
Gesamtgehalt an gelösten Festst. [mg/l]	110

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
PCB DIN EN 15308 : 2008-05
LHKW DIN EN ISO 10301 : 1997
AKW DIN 38407-9 : 1991-05
MKW DIN EN 14039 : 2005-01
ELS LAGA KW/04 : 2012-09

Glühverlust DIN EN 15169 : 2007-05
TOC DIN EN 13137 : 2001-12
Eluat DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert DIN 38404-5 : 2009-07
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07

Phenolind. DIN 38409-16 : 1984-07
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Hg DIN EN ISO 12846 : 2012-08
DOC DIN EN 1484 : 1997-08
Fluorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Cyan., l.f. DIN 38405-13 : 2011-04
ADR DIN 38409-1 : 1987-01

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP 1/2019
Labornummer:	1908206-1
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer
Probenmenge:	ca. 5l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 26. August 2019

Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1908206-2

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 22.08.-26.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: MP 2/2019

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	0,01
Acenaphthylen	0,09
Acenaphthen	0,01
Fluoren	0,01
Phenanthren	0,11
Anthracen	0,14
Fluoranthren	0,62
Pyren	0,52
Benzo(a)anthracen	0,26
Chrysen	0,44
Benzo(b/k)fluoranthren	0,76
Benzo(a)pyren	0,47
Dibenzo(ah)anthracen	0,10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,24
Benzo(ghi)perylene	0,28
Summe PAK 16*	4,1
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010
Schwermetalle im Festst. [mg/kg TS]	
Arsen As	6,0
Blei Pb	19
Cadmium Cd	< 0,40
Chrom, ges. Cr	24
Kupfer Cu	16
Nickel Ni	19
Quecksilber Hg	0,58
Thallium Tl	< 0,50
Zink Zn	46
EOX [mg/kg TS]	< 0,50
MKW C₁₀-C₂₂ [mg/kg TS]	< 50
MKW C₁₀-C₄₀ [mg/kg TS]	53
Cyanide, ges. [mg/kg TS]	< 0,10

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010
Eluat	
pH-Wert	8,2
Temperatur [°C]	26
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	210
Chlorid [mg/l]	3,7
Sulfat [mg/l]	7,7
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen As	< 0,0030
Blei Pb	< 0,010
Cadmium Cd	< 0,0010
Chrom Cr	< 0,010
Kupfer Cu	< 0,010
Nickel Ni	< 0,010
Quecksilber Hg	< 0,0001
Zink Zn	< 0,025

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
PCB DIN EN 15308 : 2008-05
LHKW DIN EN ISO 10301 : 1997
Aufschluß DIN EN 13657 : 2003-01
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 :2009-09

Hg DIN EN ISO 12846 :2012-08
EOX DIN 38414-17 : 1989-11
MKW DIN EN 14039 : 2005-01
Cyan. Fest. DIN ISO 11262 : 2012-04
AKW DIN 38407-9 : 1991-05
Eluat DIN EN 12457-4 : 2003-01

pH-Wert DIN 38404-5 : 2009-07
Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Cyan. Eluat DIN 38405-13 : 2011-04
Phenolind. DIN 38409-16 : 1984-07

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP 2/2019
Labornummer:	1908206-2
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer
Probenmenge:	ca. 5l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 26. August 2019
Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 1908206-2-1

Analytik gemäß Deponieverordnung DK0-Parameterumfang im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen
Projekt: 16603
Projektbearbeiter: Herr Peter
Probenahme: durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 22.08.-26.08.2019

Untersuchungsbefund für die Probe: MP 2/2019

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	0,01
Acenaphthylen	0,09
Acenaphthen	0,01
Fluoren	0,01
Phenanthren	0,11
Anthracen	0,14
Fluoranthren	0,62
Pyren	0,52
Benzo(a)anthracen	0,26
Chrysen	0,44
Benzo(b/k)fluoranthren	0,76
Benzo(a)pyren	0,47
Dibenzo(ah)anthracen	0,10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,24
Benzo(ghi)perylene	0,28
Summe PAK 16*	4,1
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010
Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010
MKW C ₁₀ -C ₄₀ [mg/kg TS]	53
Extrah. lipophile St. [M.-%]	< 0,050
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]	
bestimmt als Glühverlust	1,7
bestimmt als TOC	0,51

Eluat	
pH-Wert	8,2
Temperatur [°C]	26
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Chlorid [mg/l]	3,7
Sulfat [mg/l]	7,7
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen As	< 0,0030
Blei Pb	< 0,010
Cadmium Cd	< 0,0010
Chrom ges. Cr	< 0,010
Kupfer Cu	< 0,010
Nickel Ni	< 0,010
Quecksilber Hg	< 0,0001
Zink Zn	< 0,025
Barium Ba	< 0,010
Molybdän Mo	< 0,010
Antimon Sb	< 0,0030
Selen Se	< 0,0030
DOC [mg/l]	9,3
Fluorid [mg/l]	< 0,50
Cyanide, i.f. [mg/l]	< 0,010
Gesamtgehalt an gelösten Festst. [mg/l]	140

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
PCB DIN EN 15308 : 2008-05
LHKW DIN EN ISO 10301 : 1997
AKW DIN 38407-9 : 1991-05
MKW DIN EN 14039 : 2005-01
ELS LAGA KW/04 : 2012-09

Glühverlust DIN EN 15169 : 2007-05
TOC DIN EN 13137 : 2001-12
Eluat DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert DIN 38404-5 : 2009-07
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07

Phenolind. DIN 38409-16 : 1984-07
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Hg DIN EN ISO 12846 : 2012-08
DOC DIN EN 1484 : 1997-08
Fluorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Cyan., i.f. DIN 38405-13 : 2011-04
ADR DIN 38409-1 : 1987-01

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP 2/2019
Labornummer:	1908206-2
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer
Probenmenge:	ca. 5l

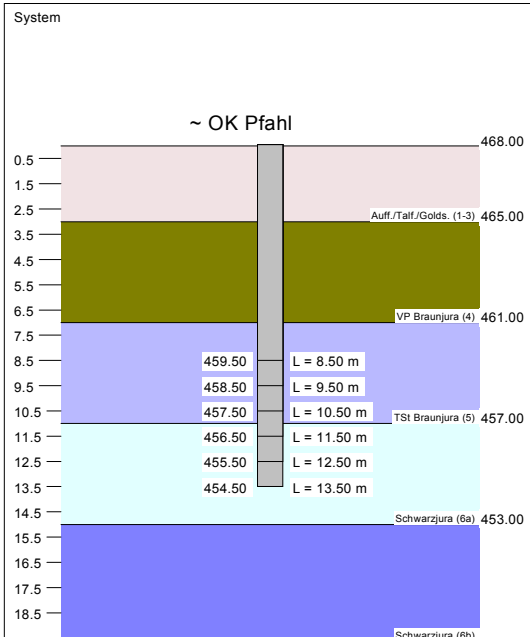
Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 26. August 2019

Analytik-Team GmbH
i.V.



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.



GGU-AXPILE / Version 7.02 / 09.09.2019
 Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 D=88cm
 Verhältnswert (min, max) = 0.00
 Interpolation Mantelreibung:
 bei $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$ aktiviert
 bei $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$ aktiviert
 Pfahldurchmesser = 0.620 m
 $\gamma_P = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $R_{E,k}$
 --- -- -- -- -- **Setzung**
 Datei: 16603_be02_anl6.1_190925.phl

Geotechnik Aalen
 Robert-Bosch Str. 59
 73431 Aalen
 Tel.: 07361-9406-0

Beseitigung Bahnübergänge
 Goldshöfe und Wagenrain
 K 3355 bei Aalen

Projekt Nr. AZ 16 603

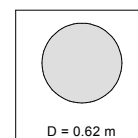
Anlage Nr. 6.1

Vorbemessung Gründungspfahl (Bohrpfahl d = 62 cm)

Vorbemessung für Brücke (Bauwerk 01)

Boden	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k02}$ [MN/m ²]	$q_{b,k03}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	Auff./Talf./Golds. (1-3)
	0.0	150.0	0.000	0.000	0.000	0.0500	VP Braunjura (4)
	7.5	0.0	1.600	1.600	1.600	0.0900	TSt Braunjura (5)
	15.0	0.0	3.500	3.500	3.500	0.3000	Schwarzhura (6a)
	25.0	0.0	2.000	2.000	2.000	0.1500	Schwarzhura (6b)

(hier nur Zuordnungswerte)



D [m]	Länge [m]	R_k [kN]	R_d [kN]	$R_{E,k}$ [kN]	s [cm]
0.620	8.50	1135.6	811.1	569.2	0.48
0.620	9.50	1394.1	995.8	698.8	0.51
0.620	10.50	1800.7	1286.2	902.6	0.55
0.620	11.50	2411.8	1722.7	1208.9	0.61
0.620	12.50	3023.9	2160.0	1515.8	0.70
0.620	13.50	3542.5	2530.4	1775.7	0.79

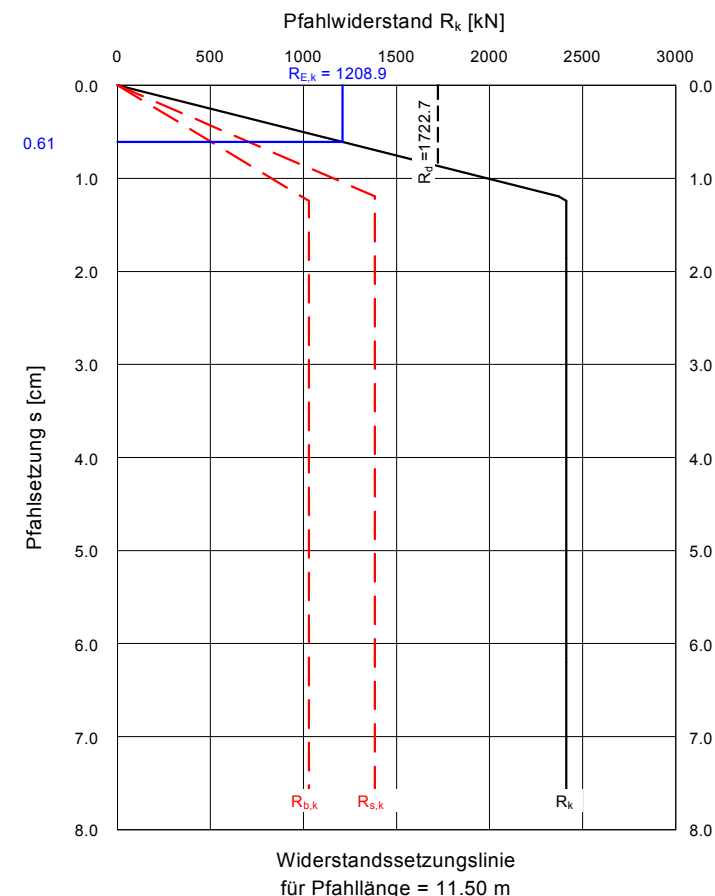
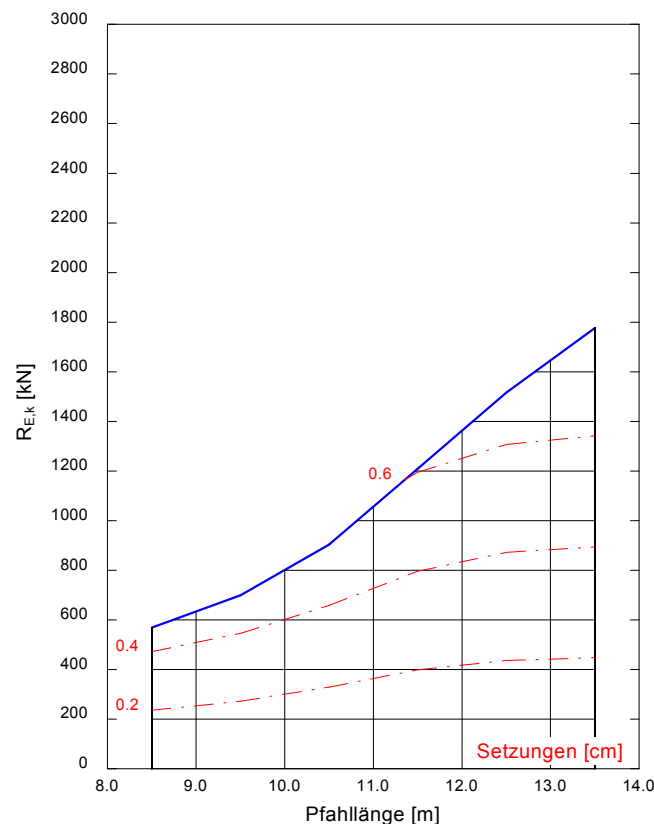
$$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$$

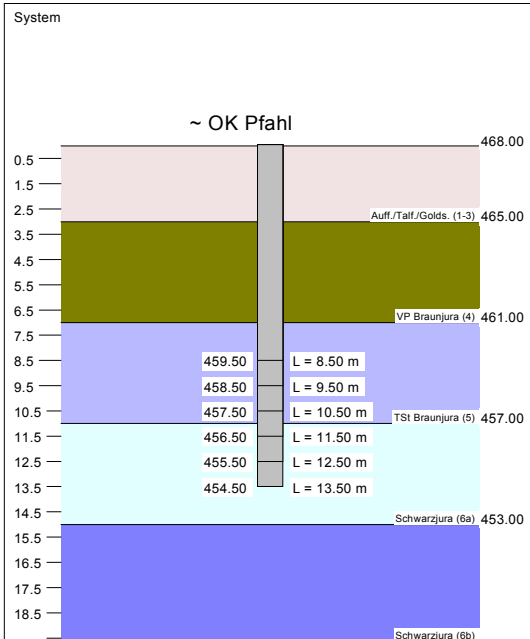
R_k = Charakteristischer Wert des Pfahlwiderstands

R_d = Bemessungswert des Pfahlwiderstands

$R_{E,k}$ = Pfahlwiderstand bei char. Einwirkung E_k ($R_{E,k} = E_k$)

s = Setzung bei char. Einwirkung E_k





GGU-AXPILE / Version 7.02 / 09.09.2019
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
D=88cm
Verhältnswert (min, max) = 0.00
Interpolation Mantelreibung:
bei $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$ aktiviert
bei $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$ aktiviert
Pfahldurchmesser = 0.880 m
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $R_{E,k}$
--- -- -- -- -- **Setzung**
Datei: 16603_be02_anl6.2_190925.phl

Geotechnik Aalen
Robert-Bosch Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-9406-0

Beseitigung Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain
K 3355 bei Aalen

Projekt Nr. AZ 16 603

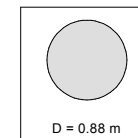
Anlage Nr. 6.2

Vorbemessung Gründungspfahl (Bohrpfahl d = 88 cm)

Vorbemessung für Brücke (Bauwerk 01)

Boden	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k02}$ [MN/m ²]	$q_{b,k03}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	Auff./Talf./Golds. (1-3)
	0.0	150.0	0.000	0.000	0.000	0.0500	VP Braunjura (4)
	7.5	0.0	1.600	1.600	1.600	0.0900	TSt Braunjura (5)
	15.0	0.0	3.500	3.500	3.500	0.3000	Schwarzhura (6a)
	25.0	0.0	2.000	2.000	2.000	0.1500	Schwarzhura (6b)

(hier nur Zuordnungswerte)



D [m]	Länge [m]	R_k [kN]	R_d [kN]	$R_{E,k}$ [kN]	s [cm]
0.880	8.50	1945.2	1389.5	975.1	0.63
0.880	9.50	2522.4	1801.7	1264.3	0.68
0.880	10.50	3099.5	2213.9	1553.6	0.73
0.880	11.50	3966.9	2833.5	1988.4	0.81
0.880	12.50	4884.7	3489.1	2448.5	0.92
0.880	13.50	5454.9	3896.4	2734.3	1.05

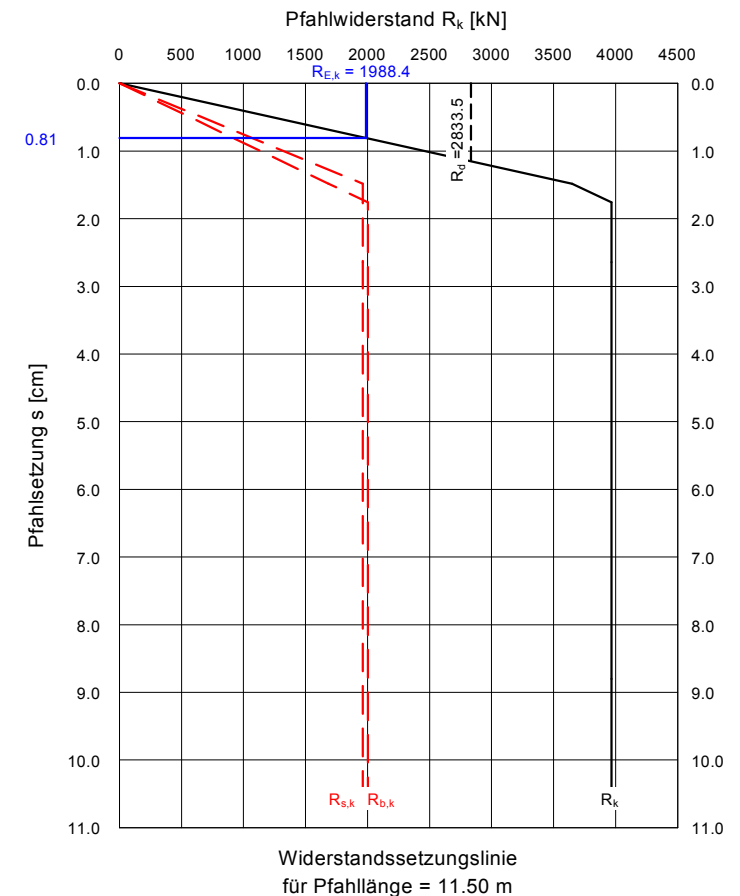
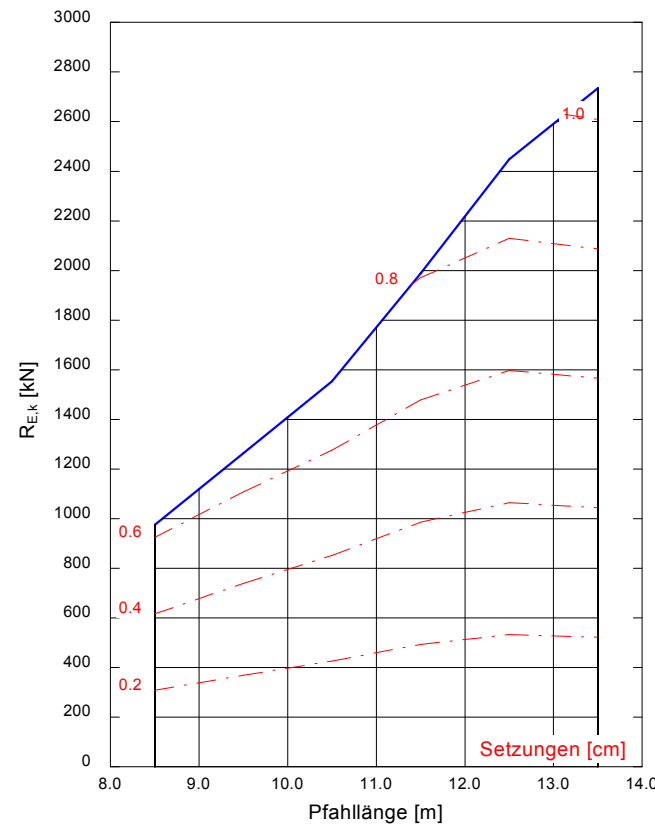
$$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$$

R_k = Charakteristischer Wert des Pfahlwiderstands

R_d = Bemessungswert des Pfahlwiderstands

$R_{E,k}$ = Pfahlwiderstand bei char. Einwirkung E_k ($R_{E,k} = E_k$)

s = Setzung bei char. Einwirkung E_k



Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.00	10.00	1-Auffüllung, Kiesig
	19.00	4.00	2-Talauauffüllung, U, T, s
	19.00	6.00	3A-Goldshöfer Schichten, U, S, t
	19.00	25.00	3B-Goldshöfer Schichten SU
	20.00	6.00	4A-Opalinuston, steif
	20.00	8.00	4B-Opalinuston steif-halbfest
	20.00	15.00	4C-Opalinuston halbfest-fest
	21.00	25.00	5A-Opalinustonstein, entfestigt
	22.00	50.00	5B-Opalinuston, mürbe

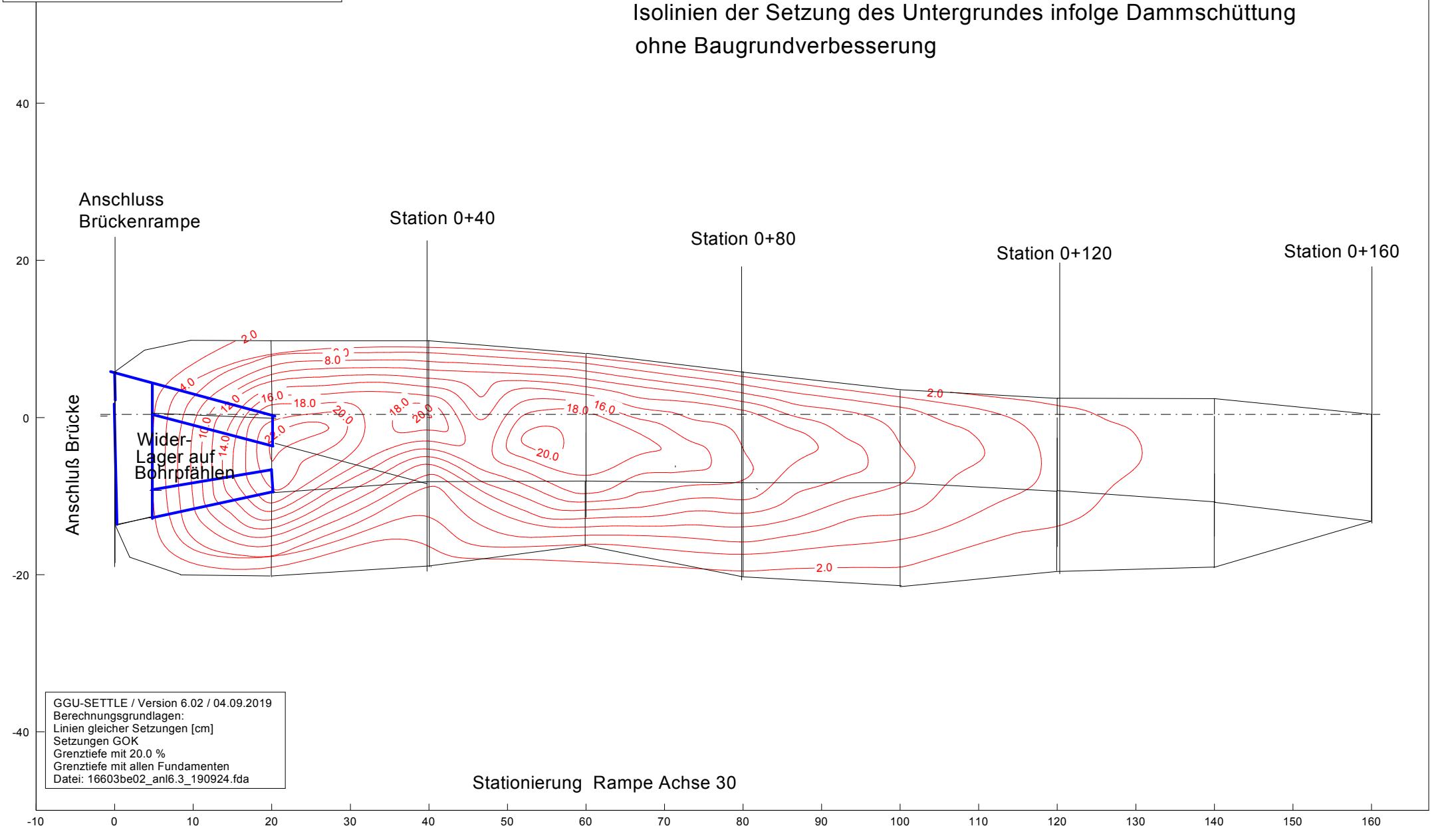
Aufsteller:
Geotechnik Aalen
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361/9406-0

K3335 Beseitigung Bahnübergänge
Goldshöfe und Wagenrain

Projekt Nr.
16603
Anlage
6.3

Straßenrampe Achse 30 - Dammhöhen bis 8 m .

Isolinien der Setzung des Untergrundes infolge Dammschüttung
ohne Baugrundverbesserung



Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$n_1 \cdot E_s$ [MN/m²]	A_c/A [-]	φ_c [°]	E_c/E_B [-]	n_1 [-]	Bezeichnung
	18.00	10.00	10.00	-	-	-	1.000	1-Auffüllung, Kiesig
	19.00	4.00	10.25	0.217	42.00	15.000	2.563	2-Talauefüllung, U, T, s
	19.00	6.00	14.88	0.217	42.00	10.000	2.480	3A-Goldshöfer Schichten, U, S, t
	19.00	25.00	45.50	0.217	42.00	2.500	1.820	3B-Goldshöfer Schichten SU
	20.00	6.00	15.38	0.217	42.00	15.000	2.563	4A-Opalinuston, steif
	20.00	8.00	8.00	-	-	-	1.000	4B-Opalinuston steif-halbfest
	20.00	15.00	15.00	-	-	-	1.000	4C-Opalinuston halbfest-fest
	21.00	25.00	25.00	-	-	-	1.000	5A-Opalinustonstein, entfestigt
	22.00	50.00	50.00	-	-	-	1.000	5B-Opalinuston, mürbe

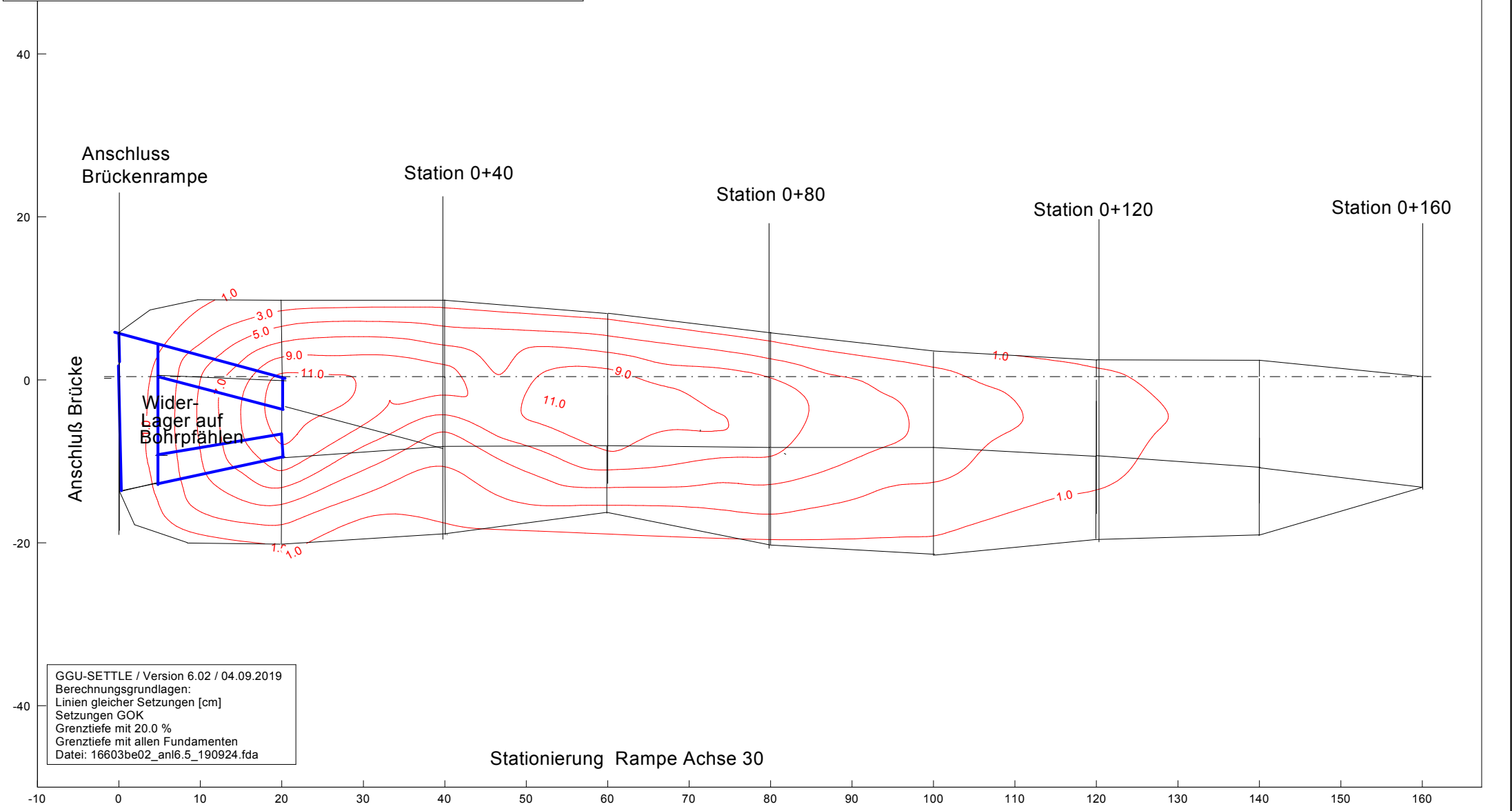
A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
 φ_c = Reibungswinkel Säule
 E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
 n_1 = Verbesserungswert

Aufsteller: Geotechnik Aalen Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen Tel.: 07361/9406-0	K3335 Beseitigung Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain	Projekt Nr.
		16603
		Anlage
		6.5

Isolinien der Setzung des Untergrundes infolge Dammschüttung, Achse 30

Setzungsabschätzung unter Ansatz einer Baugrundverbesserung mit Rüttelstopfverdichtung (RSV)

Rasteransatz Säulendurchmesser 0,65 m Säulenabstand 1,33 m (Dreieck)

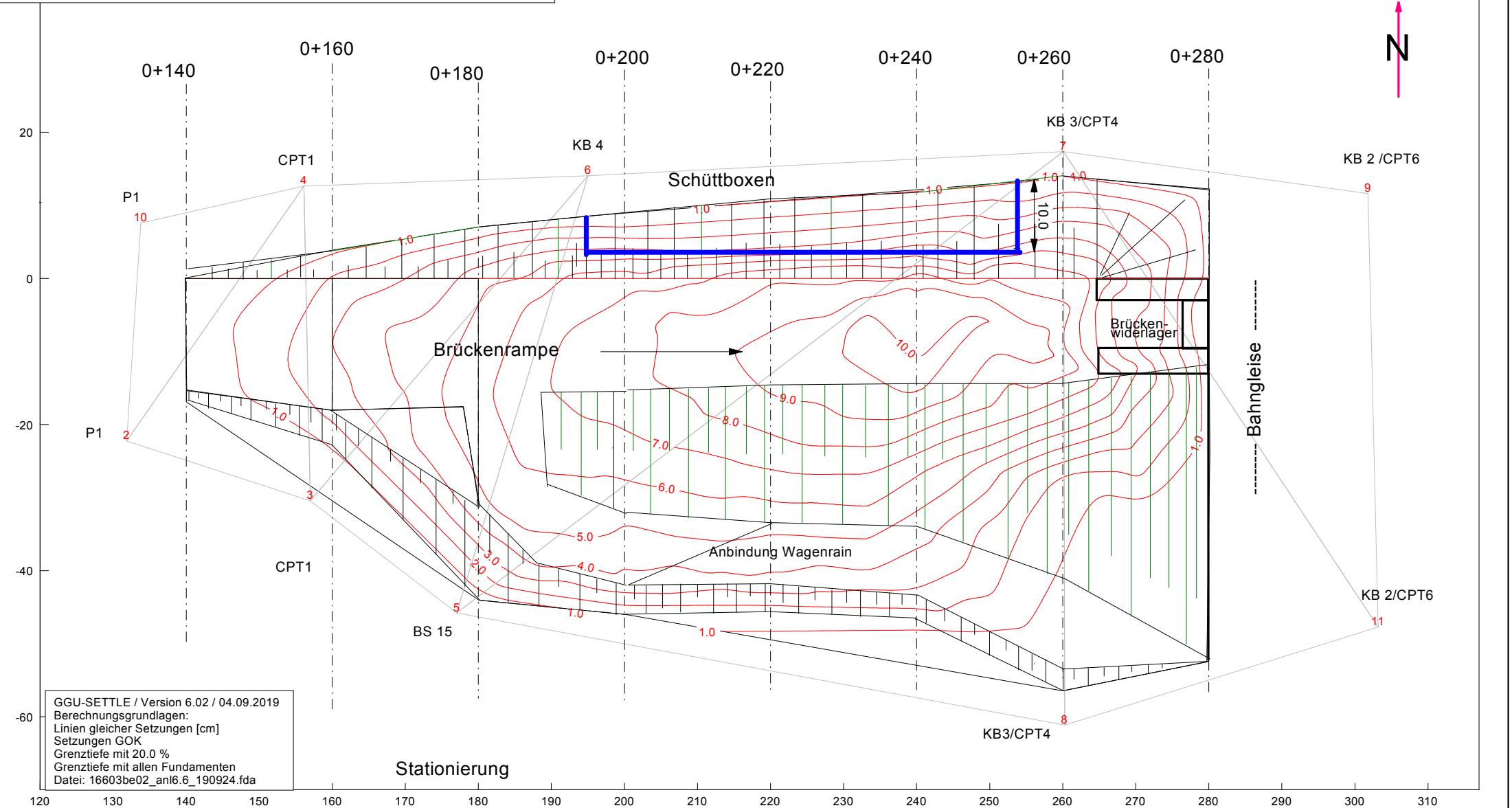


Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$n_1 \cdot E_s$ [MN/m²]	A_c/A [-]	φ_c [°]	E_c/E_B [-]	n_1 [-]	Bezeichnung
	18.00	15.00	34.74	0.217	42.00	6.000	2.316	Auffüllung, Kiesig
	19.00	4.00	10.25	0.217	42.00	15.000	2.563	Talauauffüllung, U, T, s
	19.00	6.00	14.88	0.217	42.00	10.000	2.480	Goldshöfer Schichten, U,S,t
	19.00	25.00	45.50	0.217	42.00	2.500	1.820	Goldshöfer Schichten SU
	20.00	6.00	15.38	0.217	42.00	15.000	2.563	Opalinuston, steif
	20.00	8.00	8.00	-	-	-	1.000	Opalinuston steif-halbfest
	20.00	15.00	15.00	-	-	-	1.000	Opalinuston halbfest-fest
	21.00	25.00	25.00	-	-	-	1.000	Opalinustonstein, entfestigt
	22.00	50.00	50.00	-	-	-	1.000	Opalinuston, mürbe

A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
 φ_c = Reibungswinkel Säule
 E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
 n_1 = Verbesserungswert

Setzungsabschätzung Straßen- damm Westrampe - Achse 20 zwischen 0+140 bis 0+280	Aufsteller: Geotechnik Aalen Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen Tel.: 07361/9406-0	K3335 Beseitigung Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain	Projekt Nr.
			16603
			Anlage
			6.6

Isolinien der Setzung des Untergrundes infolge Dammschüttung
Setzungsabschätzung unter Ansatz einer Baugrundverbesserung mit Rüttelstopfverdichtung (RSV)
der setzungsempfindlichen sandig-schluffig-tonigen Deckschichten
Rasteransatz Säulendurchmesser 0,65 m Säulenabstand 1,33 m (Dreieck)



GGU-SETTLE / Version 6.02 / 04.09.2019
Berechnungsgrundlagen:
Linien gleicher Setzungen [cm]
Setzungen GOK
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe mit allen Fundamenten
Datei: 16603be02_anl6.6_190924.fda

500

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	v [-]	A_c/A [-]	φ_c [°]	E_c/E_B [-]	n_1 [-]	φ^* [°]	c^* [kN/m²]	Bezeichnung
	35.00	0.00	21.00	-	-	-	-	-	-	-	Straßenunterbau
	22.50	20.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	Dammschüttung, gemischtkörnig
	25.00	3.00	17.00	-	-	-	-	-	-	-	Oberboden
	20.00	7.00	19.00	0.33	0.082	40.00	10.000	1.406	26.62	4.98	1-Auffüllung, G-S-T
	17.50	5.00	19.00	0.40	0.082	40.00	15.000	1.381	24.69	3.62	2-Talfüllung Ton-Schluff, weich
	20.00	5.00	19.00	0.40	0.082	40.00	12.000	1.378	26.30	3.63	2B-Talfüllung, Tonweich-steif
	27.50	3.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	3-Sand, u. t.
	20.00	15.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	4-Verwitterungston, halbfest
	25.00	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	Auffüllung, G-S-T, unverbessert
	17.50	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	2-Talfüllung, Ton, weich, org., unverbessert
	20.00	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	2B-Talfüllung, weich-steif, unverbess.

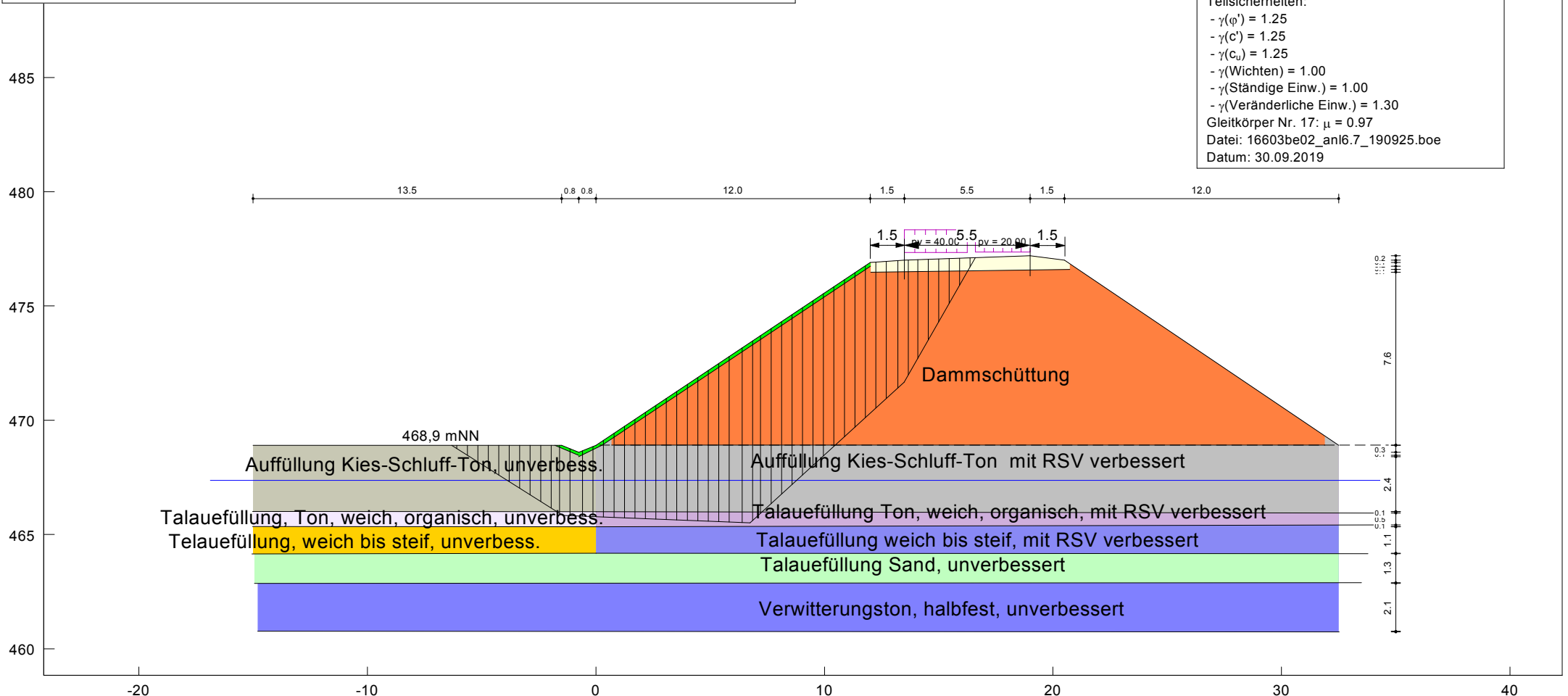
v = Querkontraktionszahl
 A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
 φ_c = Reibungswinkel Säule
 E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
 n_1 = Verbesserungswert
 φ^* und c^* = Scherwerte infolge RSV

Berechnungsprofil Straßendamm Achse 30 Untergrund unter Damm mit RSV

Dammschüttung mit bindemittelverbessertem
bindgem Boden

Erf. Kennwerte Dammschüttmaterial :
Reibungswinkel $22,5^\circ$, Kohäsion c mind. = 20 kN/m²

GGU-STABILITY / Version 13.03 / 06.09.2019
24 Gleitkörper untersucht.
Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi^*) = 1.25$
- $\gamma(c^*) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Gleitkörper Nr. 17: $\mu = 0.97$
Datei: 16603be02_anl6.7_190925.boe
Datum: 30.09.2019



500

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	v [-]	A_c/A [-]	φ_c [°]	E_c/E_B [-]	n_1 [-]	φ^* [°]	c^* [kN/m²]	Bezeichnung
	35.00	0.00	21.00	-	-	-	-	-	-	-	Straßenunterbau
	25.00	15.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	Dammschüttung, gemischtkörnig
	25.00	3.00	17.00	-	-	-	-	-	-	-	Oberboden
	25.00	3.00	19.00	0.33	0.082	40.00	10.000	1.406	29.85	2.13	1-Auffüllung, G-S-T
	17.50	5.00	19.00	0.40	0.082	40.00	15.000	1.381	24.69	3.62	2-Talfüllung Ton-Schluff, weich
	20.00	5.00	19.00	0.40	0.082	40.00	12.000	1.378	26.30	3.63	2B-Talfüllung, Tonweich-steif
	27.50	3.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	3-Sand, u. t.
	20.00	15.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	4-Verwitterungston, halbfest
	25.00	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	Auffüllung, G-S-T, unverbessert
	17.50	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	2-Talfüllung, Ton, weich, org., unverbessert
	20.00	5.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	2B-Talfüllung, weich-steif, unverbess.

v = Querkontraktionszahl
 A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
 φ_c = Reibungswinkel Säule
 E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
 n_1 = Verbesserungswert
 φ^* und c^* = Scherwerte infolge RSV

Berechnungsprofil Straßendamm Achse 30

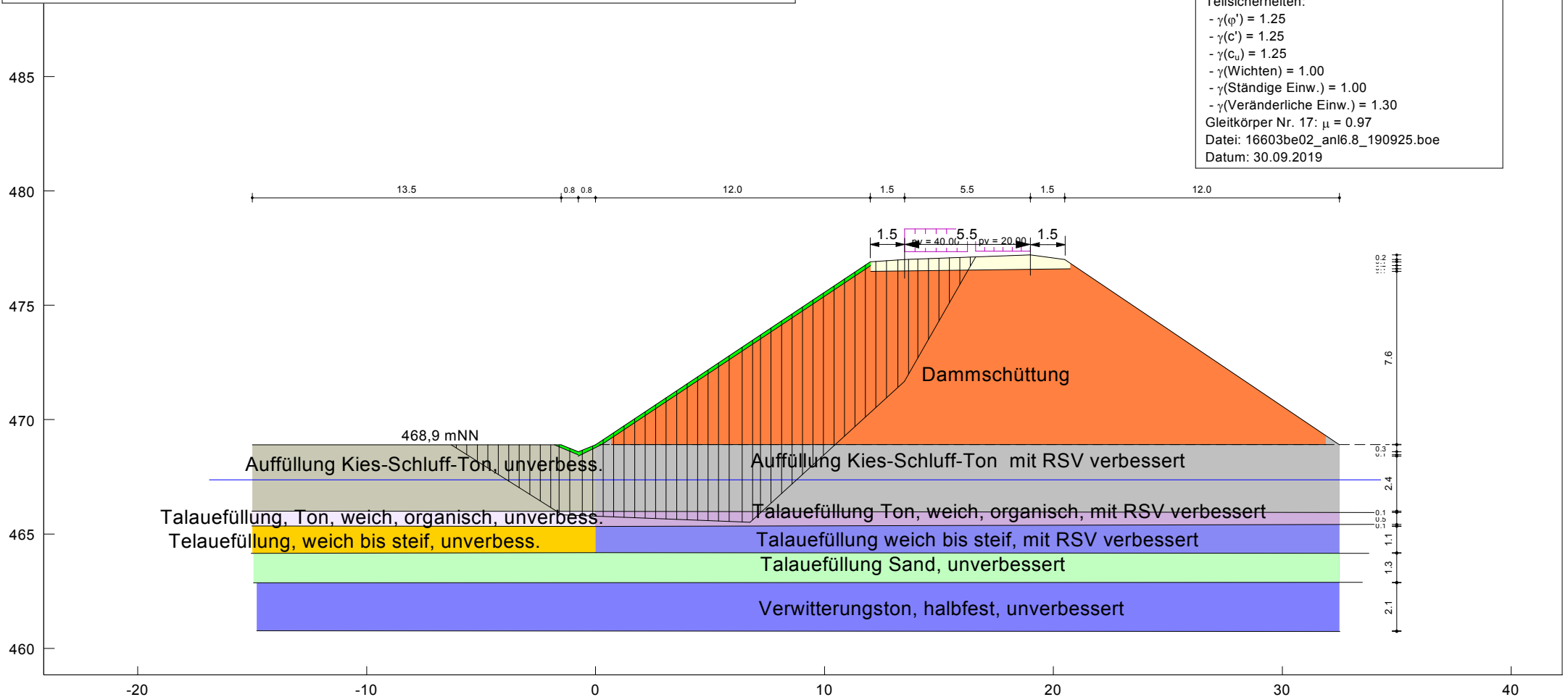
Untergrund unter Damm mit RSV

Ansatz Kennwerte für verbesserten
gemischtkörnigen Boden für Dammschüttung

erford. Kennwerte Dammschüttung

Reibungswinkel $\varphi = 25^\circ$, Kohäsion $c = 15 \text{ kN/m}^2$

GGU-STABILITY / Version 13.03 / 06.09.2019
24 Gleitkörper untersucht.
Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi^*) = 1.25$
- $\gamma(c^*) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Gleitkörper Nr. 17: $\mu = 0.97$
Datei: 16603be02_anl6.8_190925.boe
Datum: 30.09.2019

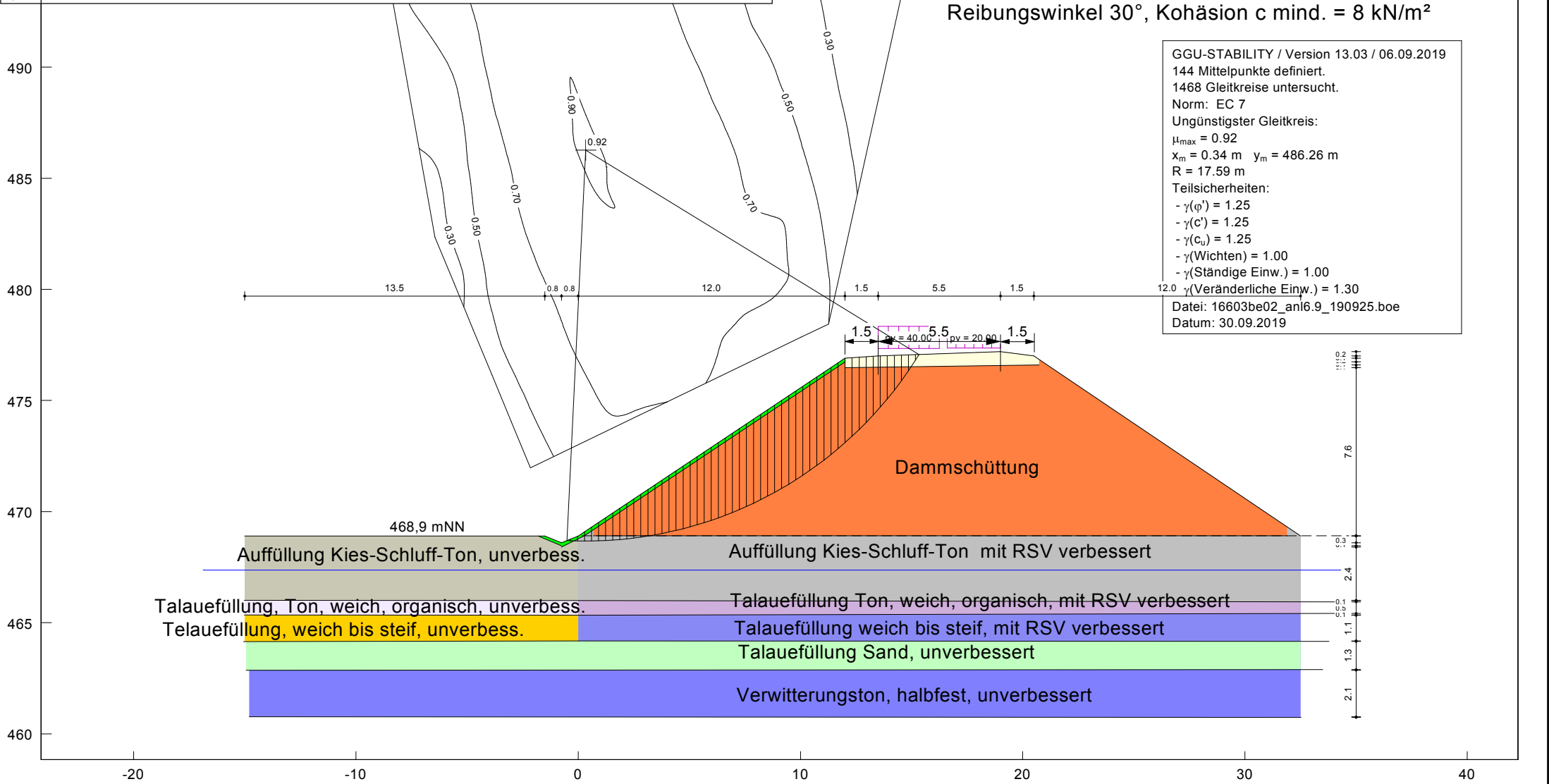


Aufsteller: Geotechnik Aalen Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen Tel.: 07361/9406-0	Beseitigung Bahnübergänge Goldshöfe und Wagenrain Standsicherheit der Straßendämme	Projekt Nr.
		16603
		Anlage
		6.9

Berechnungsprofil Straßendamm Achse 30
Untergrund unter Damm mit RSV
Dammschüttung mit bindemittelverbessertem
gering schluffigem Boden

Erf. Kennwerte Dammschüttmaterial :
Reibungswinkel 30° , Kohäsion c mind. = 8 kN/m^2

GGU-STABILITY / Version 13.03 / 06.09.2019
 144 Mittelpunkt definiert.
 1468 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.92$
 $x_m = 0.34 \text{ m}$ $y_m = 486.26 \text{ m}$
 $R = 17.59 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 12.0 $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: 16603be02_anl6.9_190925.boe
 Datum: 30.09.2019



Boden	γ_k [kN/m³]	γ'_{k1} [kN/m³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	20.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	Auffüllung, kiesig
	19.0	9.0	20.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	Talf. bindig (w-st)
	20.0	10.0	22.5	15.0	15.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	VP (hf)
	21.0	11.0	25.0	20.0	20.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	TSt (Braunjura)

Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 64.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -11.2 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: TKL 604 Stahlgüte: S 270 GP
 $b = 600.0 \text{ mm}$ / $b_f = 375.0 \text{ mm}$
 $t_f = 10.0 \text{ mm}$ / $t_w = 9.0 \text{ mm}$ / $A = 155.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 390.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 66.5^\circ$
 $W_{el} = 1618.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 31548.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-Bohle ist eine Doppelbohle
 $\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.930 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 40.3$
Querschnittsklasse: 3
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 270.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 436.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 888.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 4190.4 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.003$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 436.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.147$
Knicklänge = 9.46 m
 $N_{cr} = 7306.5 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.147$

GGU-RETAIN / Version 10.13 / 18.07.2019
Norm: EC 7
Spundwand
TKL 604
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 6.76 m
Erf. Einbindetiefe = 4.56 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.85$
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.96$
Datei: 16603_be02_anl6.10_190926.vrb

