



**GEOTECHNIK MITTELRHEIN GMBH**

Kärlicher Straße 6 · 56575 Weißenthurm

Fon: +49 2637 94313-0 · E-Mail: mailbox@GTMittelrhein.com

**Geotechnischer Bericht zur Phase III  
(überarbeitete Variantenstudie)  
(23007Gb-SMe)**

für das Projekt

**Hangsicherung „Calvarienberg“  
in Bad Neuenahr – Ahrweiler,  
Gemarkung Ahrweiler**

im Auftrag der

**Stadtverwaltung Bad Neuenahr-Ahrweiler  
Hauptstraße 116  
53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler**

aufgestellt von:

M. Eng. Sarah Mesloh (Projektingenieurin)

und

Dipl.-Ing. (FH) Jens Schopphoven (Projektleiter)

am 31.10.2024

Umfang: 32 Seiten Text

55 Seiten Anlagen

Geschäftsführer:  
Jens Schopphoven  
Dipl.-Ing. (FH)

Amtsgericht Koblenz  
HRB 24621  
Gerichtsstand für  
beide Teile Andernach

Sparkasse  
Neuwied  
BIC Code: MALA DE 51 NWD  
IBAN: DE 36 574 501 20 0030226302

USt.Ident-Nr.  
DE 276634833

[www.GTMittelrhein.com](http://www.GTMittelrhein.com)

Rechtliche Grundlage der Untersuchungen sind die „Allg. Geschäfts- und Einkaufsbedingungen“



## Inhaltsverzeichnis

1. Auftrag / Anlass .....	3
2. Projektbeschreibung.....	4
2.1 Grundstück .....	4
2.2 Projekt und Gelände .....	5
2.3 Morphologische Gliederung.....	7
2.4 Fachlich Beteiligte.....	9
3. Baugrund (Geotechnischer Bericht) .....	10
3.1 Geotechnischer Untersuchungsbericht (Untersuchungsergebnisse) .....	10
3.1.1 Verwendete Unterlagen .....	10
3.1.2 Durchgeführte Untersuchungen .....	11
3.1.3 Geologischer Rahmen .....	12
3.1.4 Angetroffene Schichtenfolge .....	13
3.1.5 Hydrogeologische und hydrologische Situation .....	17
3.2 Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse .....	19
3.2.1 Baugrundmodell .....	19
3.2.2 Bodenmechanische Kennwerte .....	20
3.2.3 Auswertung und Bewertung der Daten zur Grundwassersituation .....	20
3.3 Bestandsbewertung und Variantenuntersuchung.....	21
3.3.1 Standsicherheitsbeurteilung.....	21
3.3.2 Variantenuntersuchung .....	24
3.3.2.1 Variante 1: Herstellung eines verfestigten Bodenkörpers .....	25
3.3.2.2 Variante 2: Gabionenwand ggf. mit Rückverankerung.....	26
3.3.2.3 Variante 3: Spundwand ggf. mit Rückverankerung.....	27
3.3.3 Zusammenfassung und Bewertung der Varianten.....	29
3.3.4 Ergänzende Hinweise für die weitere Planung .....	31
3.3.5 Homogenbereiche.....	31
4. Weitere Maßnahmen.....	32
Anlagen.....	33

## 1. Auftrag / Anlass

Im Zuge der Flutkatastrophe am 14./15. Juli 2021 erodierte in Bad Neuenahr-Ahrweiler, Gemarkung Ahrweiler, der nach Osten ansteigende Hang des Calvarienbergs in seiner Exposition als Prallhang. Die Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord sieht hier nun die Sicherung und den Wiederaufbau dieses Uferbereichs im Bereich der Ahr vor.

Die SGD Nord beurteilte die Situation bereits dahingehend, dass sowohl die derzeitige Böschungssituation als auch der oberhalb der Böschung vorhandene Weg nicht stabil bzw. standsicher sind und somit eine akute Gefahrensituation besteht. Weitere Nachbrüche bzw. Rutschungen würden die bergseits des Weges vorhandene Stützmauer und das dahinter befindlichen Gelände gefährden.

Die GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH wurde von Seiten der SGD Nord zur Grundlagenermittlung (Phase I), Erarbeitung eines Untersuchungskonzeptes (Phase II) sowie der Erstellung einer Variantenuntersuchung (Phase III) zur Sicherung des Hangrutsches beauftragt. Die geotechnischen Berichte zur Phase I (Grundlagenermittlung) und Phase III (Variantenstudie) wurden von der GTM am 21.03.2023 und 29.03.2024 vorgelegt.

Nachdem noch weitere Vermessungsdaten aus dem Bereich der Ahr vorlagen, wurde die GTM von Seiten der Stadtverwaltung Bad Neuenahr-Ahrweiler zu einer Überarbeitung der Variantenstudie in Anpassung an die neuen Kenntnisse zur Geländesituation beauftragt.

Da die Kenntnisse zur Geländesituation der Phase I deutliche Abweichungen zu den von der Stadtverwaltung Bad Neuenahr-Ahrweiler übermittelten Ahrprofilen zeigten, ergibt sich insgesamt ein erhöhter Aufwand zur Sicherung und den Wiederaufbau des Uferbereichs (s. Kapitel 3.3).

Der vorliegende Geotechnische Bericht enthält eine überarbeitete Darstellung, Auswertung und Bewertung der bisher für das Projekt durchgeführten Untersuchungen sowie die Erstellung eines Planungskonzeptes auf Grundlage von neuen Profilen der Ahr im Untersuchungsbereich für die Maßnahmen zur Sicherung / Neuaufbau des betroffenen Uferbereichs und der Umgebung inkl. alternativer Lösungsmöglichkeiten in Form einer Variantenstudie auf dem Niveau einer Vorplanung mit zeichnerischer Darstellung und Bewertung unter Einarbeitung von Beiträgen anderer, an der Planung fachlich Beteiligten.

Auftrag vom: 02.09.2024 (Zeichen: 2.3.1/MK/SW)

Vertragsgrundlage: Angebot 240341 vom 08.08.2024

## 2. Projektbeschreibung

### 2.1 Grundstück

Ort: Bad Neuenahr-Ahrweiler  
Gemarkung: Ahrweiler  
Flurstücke: 673/3, 735/3, 735/4, 1212/883

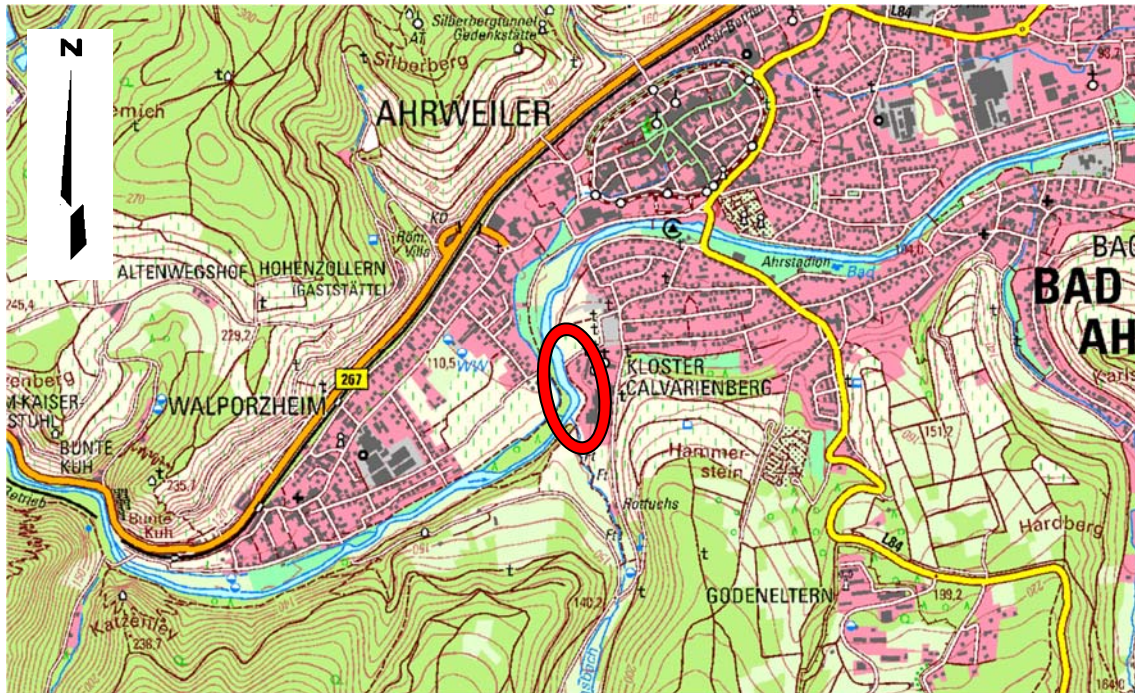


Abb. 1: Auszug aus TK 25, Blatt 5408 (M. 1:25.000)

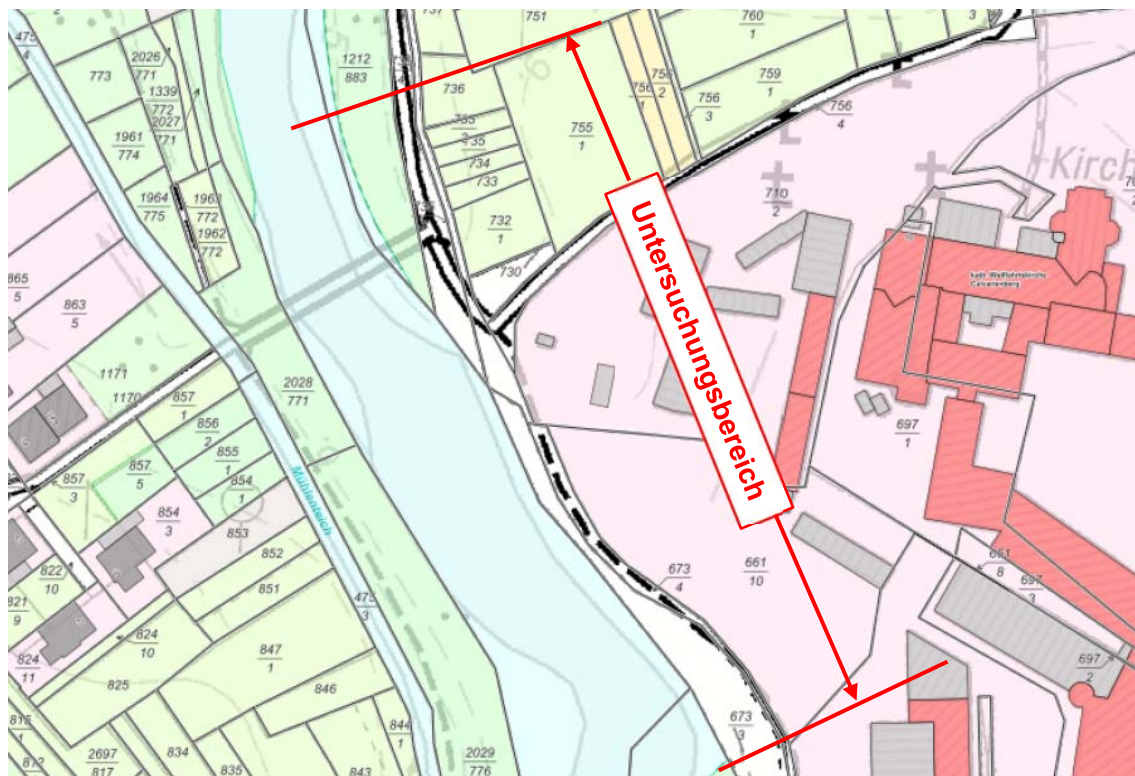


Abb. 2: Auszug aus Katasterplan (o. M.)

## 2.2 Projekt und Gelände

Art:	Böschungssicherung
Länge:	ca. 190 m
Exposition:	Steilböschung zur Ahr im Hangeinschnitt
Gelände oberhalb der Uferböschung:	ca. 130 m: Fußweg im Hangeinschnitt mit bergseitiger Naturstein-Schwergewichtsmauer, Stützhöhen zwischen rd. 1,5 und 2,8 m
Wegebefestigung Fußweg:	ca. 60 m landwirtschaftliche Fläche ca. 8 bis 20 cm Asphalt auf ca. 10 bis 30 cm Frostschutzschicht
Relevanter Vorfluter:	Ahr
Entfernung:	ca. 0 bis 5 m
HQ <sub>100</sub> :	ca. 108 m ü. NHN
HQ <sub>200</sub> :	ca. 112 m ü. NHN
	Online-Abfrage über den Mapserver: <a href="https://wasserportal.rlp-umwelt.de/servlet/is/9480/">https://wasserportal.rlp-umwelt.de/servlet/is/9480/</a> (Abfragedatum 03.02.2023) für die Koordinaten RW 364680, HW5599867
höchster Ahrwasserstand 2021:	ca. 113,4 m ü. NHN (bei Stationierung ca. 0+065)
Instabile Bereiche:	Infolge der erodierten Böschung ist der Fußweg oberhalb dieser Böschung instabil.
Geschichte des Baugeländes:	Im Juli 2021 wurde das Gelände vom extremen Hochwasser der Ahr überflutet. Hierbei erodierte das östliche Ufer der Ahr und beschädigte Teile des Weges entlang des Ahrflussbetts durch Erosion und Rutschungen stark.
Erdbebeneinwirkungen:	Zone 1, Untergrundklasse R und Baugrundklasse A (nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01)
Altbergbau:	Die Recherche und Untersuchung von Bergschadensrisiken ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.
Altlasten- und Entsorgungsfragen:	Untersuchungen zu Altlasten- und Entsorgungsfragen waren nicht Gegenstand des Auftrags
Kampfmittel:	siehe hierzu das Schreiben vom 03.08.2023 „Bestätigung der Kampfmittelfreiheit für Bodengutachten“ durch die Kampfmittelortung Welker GmbH



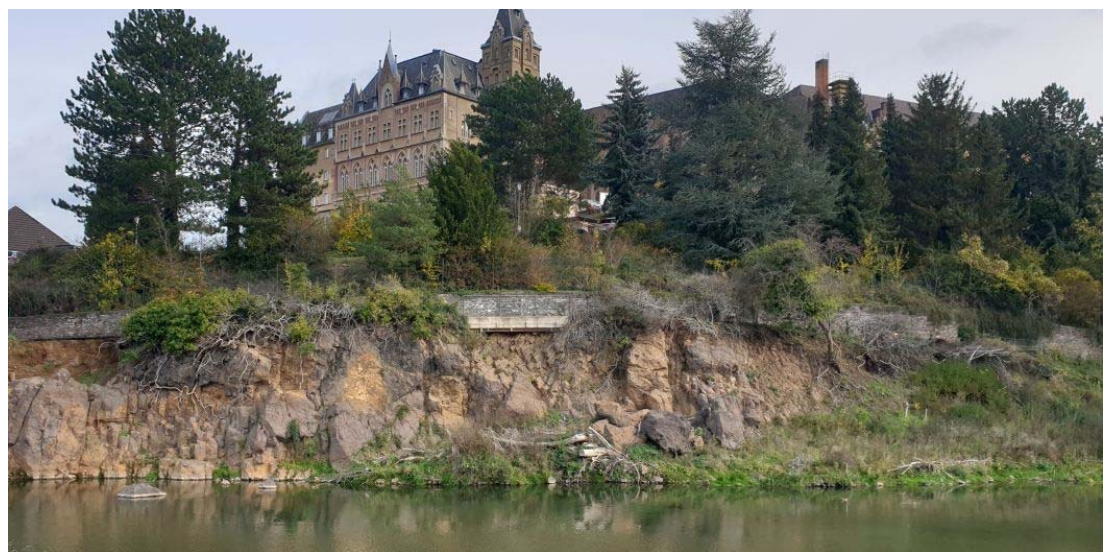






Abb. 3, 4 und 5: Fotos des Baugeländes vom gegenüberliegenden Ufer aufgenommen



## 2.3 Morphologische Gliederung


Die erodierte Böschung beläuft sich auf einen Gesamtstreckenabschnitt von ca. 190 m (Station 0+060 bis 0+130). Der Streckenabschnitt wurde anhand der Morphologie in zwei Hauptbereiche (Bereich 1: landwirtschaftliche Fläche und Bereich 2: Fußweg) gegliedert, wobei der Bereich 2 zusätzlich noch nach den einzelnen Böschungsbrüchen unterteilt wird. Eine detaillierte Darstellung der Einteilung erfolgt in nachstehender Tabelle.

Tabelle 1: Bereichseinteilung der Gesamtstrecke anhand der Morphologie

Bereich	Stationierung	Beobachtungen	Bilder
<b>Bereich 1</b> (landwirtschaftliche Fläche)	0+060 – 0+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erodierte Böschung</li> <li>- Lockergesteinsböschung</li> </ul>	
<b>Bereich 2</b> (Fußweg)	0+000 – 0+130	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist Bewuchs am Mauerkopf und z.T. über die Mauerfläche auf,</li> <li>- keine Hinweise auf Stand-sicherheitsdefizite der Mauer</li> </ul>	
<b>Bereich 2.1</b>	0+005 – 0+020	<p><u>Böschungsbruch 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erodierte Böschung mit Abbruch des Fußweges</li> <li>- vorwiegend Lockergesteinsböschung</li> <li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist leichten Bewuchs am Mauerkopf auf</li> <li>- keine Hinweise auf Stand-sicherheitsdefizite der Mauer</li> </ul>	 

Bereich 2.2	0+025 – 0+032	<u>Böschungsbruch 2:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- erodierte Böschung mit Abbruch des Fußweges</li><li>- vorwiegend Lockergesteinsböschung</li><li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist leichten Bewuchs am Mauerkopf auf</li><li>- keine Hinweise auf Standortsicherheitsdefizite der Mauer</li></ul>	
Bereich 2.3	0+047 – 0+053	<u>Böschungsbruch 3:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- erodierte Böschung mit Abbruch des Fußweges</li><li>- rd. 1 bis 2 m Lockergestein über Festgesteinsböschung</li><li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist leichten Bewuchs am Mauerkopf auf</li><li>- keine Hinweise auf Standortsicherheitsdefizite der Mauer</li></ul>	
	0+065 – 0+075	<ul style="list-style-type: none"><li>- Überbrückung des Gehweges mittels Stahlbetonkonstruktion</li><li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist vereinzelte Fehlstelle sowie leichter Bewuchs am Mauerkopf auf</li><li>- keine Hinweise auf Standortsicherheitsdefizite der Mauer</li></ul>	



Bereich 2.4	0+090 – 0+125	<p><u>Instabile Böschung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Längsrisse im Asphalt</li><li>- z.T. freiliegende Gründungskörper des Geländers</li><li>- Mauer oberhalb des Fußweges weist Bewuchs am Mauerkopf und z.T. über Mauerwerksfläche auf</li><li>- keine Hinweise auf Stand sicherheitsdefizite der Mauer</li></ul>	
-------------	---------------	--	---

## 2.4 Fachlich Beteiligte

Auftraggeber:	Stadtverwaltung Bad Neuenahr-Ahrweiler, Hauptstraße 116, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Tel.: 02641 / 87249
Fachlich Beteiligte:	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Emy- Roeder-Straße 5, 55129 Mainz, Tel.: 06131 / 92540
Kampfmittelortung:	Kampfmittelortung Welker, Hebbelstraße 7, 55606 Kirn, Tel.: 06752 / 131881
Materialprüfungen:	Materialprüfungs – und Versuchsanstalt Neuwied (MPVA), Sandkauler Weg 1, 56564 Neuwied, Tel.: 02631 / 39930 und GUG Umwelt und Geotechnik GmbH, Karl-Wagner-Straße 9, 55469 Simmern (Hunsrück), Tel.: 06761 / 91520
chemische Analytik:	Eurofins Umwelt West GmbH, Vorgebirgsstrasse 20, 50389 Wesseling, Tel.: +49 162 2049335

### **3. Baugrund (Geotechnischer Bericht)**

#### **3.1 Geotechnischer Untersuchungsbericht (Untersuchungsergebnisse)**

##### **3.1.1 Verwendete Unterlagen**

- Planunterlagen:
- [1] Geologische Karte Ahrweiler, Blatt 5408, Preußische Geologische Landesanstalt, 1929
  - [2] Geotechnischer Bericht zur Phase I (Grundlagenermittlung), Hangrutsch „Calvarienberg“ in Bad Neuenahr-Ahrweiler, Gemarkung Ahrweiler, 23007G-SMe vom 21.03.2023, GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH, Weißenthurm
  - [3] Bestätigung der Kampfmittelfreiheit für Bodengutachten, 03.08.2023, Kampfmittelortung Welker GmbH
  - [4] Querprofile 0+060 bis 0+130, alle 5 m, Maßstab veränderlich, 17.11.2023, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
  - [5] Lageplan Gemarkung Ahrweiler Nr. 110 Kreis Ahrweiler, M. 1:625, Kreis Ahrweiler, 20.04.1965
  - [6] Geotechnischer Bericht zur Phase III (Variantenstudie), Hangrutsch „Calvarienberg“ in Bad Neuenahr-Ahrweiler, Gemarkung Ahrweiler, 23007Ga-SMe vom 29.03.2023, GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH, Weißenthurm
  - [7] Lageplan und Ahrprofile, Profil 33 bis 47 (ohne: Profil 46) mit Angaben vom Bezugswasserstand vom Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Mosel-Saar-Lahn, Messdatum 17.01.2022, per Email erhalten am 31.07.2024 von der Stadtverwaltung Bad Neuenahr-Ahrweiler



### 3.1.2 Durchgeführte Untersuchungen

Der Umfang der für den vorliegenden Bericht durchgeführten geotechnischen Untersuchungen ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

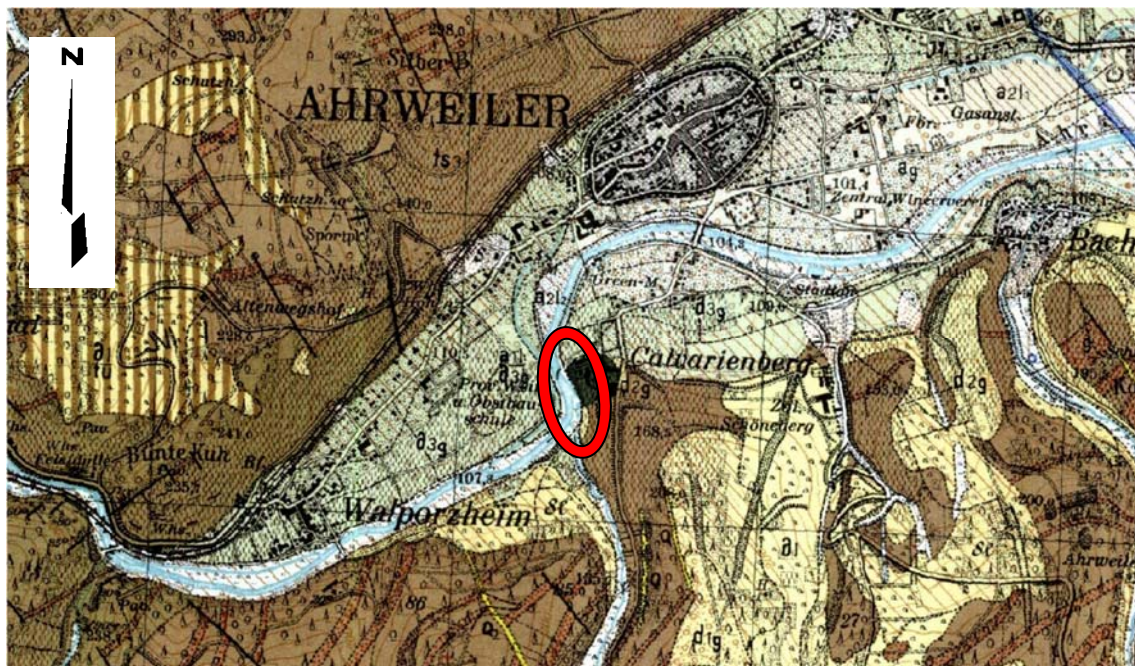
Tabelle 2: Umfang der für den vorliegenden Bericht durchgeführten Untersuchungen

Felduntersuchungen				
Ausgeführt durch: S. Mesloh, M. Eng., TA O. Mavili, TA. D. Beck und TA M. Elfil				
Ausgeführt am: 24.07., 07.08. und 08.08.2023				
Anzahl	Art	Tiefe [m]	Verfahren	Ergebnis in Anlagen
8	Schürfe	0,05 bis 0,10	Handscharf mit einem Stemmhammer zur Öffnung des gebundenen Oberbaus	1.4, 1.5, 1.7, 1.8, 4
2	Bohrungen	je 20,0	Seilkernbohrungen, Ø 146, 187 mm (ausgeführt von Fa. Gerätebau Wiedtal Schützeichel GmbH & Co. KG vom 08.08 bis 16.08.2023)	1.3, 1.6, 4
8	Bohrungen	0,4 bis 2,3	Kleinrammbohrungen, Ø 60 mm	1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.7 – 1.10, 4
3	Sondierungen	0,3 bis 1,2	leichte Rammsondierungen DPL-5 nach TP BF-StB, Teil B 15.1	4
8	Sondierungen	0,8 bis 6,0	schwere Rammsondierungen DPH nach DIN EN ISO 22476	4
–	Vermessung	–	höhen- und lagemäßiges Einmessen der Untersuchungsstellen (durchgeführt mit dem GPS-System MagicMapper®, Genauigkeit im cm-Bereich)	3, 4
Laboruntersuchungen				
Anzahl	Art	Ausgeführt durch:	Verfahren	Ergebnis in Anlagen
9	Bestimmungen des Wassergehaltes	GUG mbH	nach DIN EN ISO 17892-2	2.1
9	Bestimmungen der Korngrößenverteilung		nach DIN EN ISO 17892-4	2.2
3	Bestimmungen der Fließ- / Ausrollgrenze		nach DIN EN ISO 17892-12	2.3
1	ENSLIN-Versuch		nach DIN 18132-A	2.4
1	Bestimmung der Betonaggressivität des Grundwassers	Eurofins Umwelt West GmbH	nach DIN 4030	2.5
2	Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit an Prüfkörpern aus Fels	MPVA Neuwied	nach DIN EN 18136	2.6
10	Bestimmung des Punktlastindex an Felsstücken		nach Empfehlung Nr. 5 „Punktlastversuche an Gesteinsproben“ des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik	

Gemäß dem Angebot AN 230081 vom 09.03.2023 der GTM (Ursprungsangebot der GTM an die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord) war ursprünglich vorgesehen, den Baugrund mit insgesamt 7 Kleinrammbohrungen und 13 Rammsondierungen bis in Tiefen von 3 bis 6 m unter Geländeniveau zu erkunden. Die Kleinrammbohrungen konnten jedoch aufgrund von Bohrhindernissen bzw. dem anstehenden devonischen Fels nur bis in eine maximale Tiefe von 2,3 m unter Geländeniveau ausgeführt werden. Die Rammsondierungen hingegen erreichten zum Teil die vorgesehene Endteufe von 6,0 m unter Geländeniveau. Des Weiteren wurden zur Feststellung des Wassergehaltes, der Kornverteilung, der Zustandsgrenzen sowie der einaxialen Druckfestigkeit Laboruntersuchungen erforderlich. Die Anzahl der einzelnen Versuche ist in der obenstehenden Tabelle aufgelistet.

### 3.1.3 Geologischer Rahmen

Gemäß dem Auszug aus der geologischen Karte von Preußen (Blatt GK 5408, Preußische Geologische Landesanstalt, 1929, s. Abb. 6) ist im Untersuchungsgebiet Gehängelehm mit Schutt sowie Kiesen und Sanden der Ahr über devonischem Fels zu erwarten. Im zentralen Bereich wurde das devonische Grundgebirge durch einen Feldspatbasalt durchdrungen. Dieser liegt frei an der Oberfläche vor.



a2l2 :	lehmige, oft humose Aufschüttungen im Hochwasserbereich (Hochflutlehm)
sl :	Gehängelehm mit Schutt
öl :	Löß
d3g :	schwach verlehmt, meist grober Kies u. Sand
d2g :	grob Kies, Sand und sandiger Lehm
dunkelgrün :	Feldspatbasalt

Abb. 6: Auszug aus der geologischen Karte (M. 1:25.000)



### 3.1.4 Angetroffene Schichtenfolge

Die Angaben der geologischen Karte wurden anhand der Untersuchungen im Wesentlichen bestätigt. Unter einer Oberbodenbedeckung bzw. der gebundenen Verkehrsflächenbefestigung wurden aufgefüllte Bereiche, Hochflutlehm, Gehängelehm / Hangschutt, Terrassenablagerungen, Ton über Felszersatz und Basalt angetroffen.

Die in den Bohrungen angetroffenen Böden werden unter ingenieurgeologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten somit wie folgt differenziert:

Schicht I:	Oberboden
Schicht II:	Oberbau der Verkehrsfläche
Schicht III:	Auffüllungen
Schicht IV:	Hochflutlehm
Schicht V:	Gehängelehm / Hangschutt
Schicht VI:	Terrassenablagerungen
Schicht VII:	Ton
Schicht VIII:	Felszersatz
Schicht IX:	Basalt

Der Schichtenverlauf ist in der Anlagenreihe 4 dargestellt, eine detaillierte Schichtbeschreibung ist der Anlagenreihe 1 zu entnehmen. Die einzelnen Schichten werden wie folgt zusammenfassend erläutert:

#### **Zu Schicht I (Oberboden):**

Im Bereich der Untersuchungsstelle 1 wird das oberste Schichtglied aus einer ca. 0,25 m dicken Oberbodenbedeckung gebildet.

#### **Zu Schicht II (Oberbau der Verkehrsfläche):**

Bei den Untersuchungsstellen 5 und 6 sowie 8 bis 14 wurde eine Verkehrsflächenbefestigung, bestehend aus einer 7 cm bis 10 cm dicken Asphaltsschicht und einer lückenhaften ca. 13 cm bis 41 cm dicken Frostschutzschicht aus Lavaschlacke und Kies angetroffen. Zum Teil handelt es sich bei der Frostschutzschicht auch um umgelagerte Kiese und Sande der Terrasse (s. Schicht VI).

**Zu Schicht III (Auffüllungen):**

In den Bohrungen 1, 2, 3, 7 und 9 wurden bis in Tiefen von ca. 0,4 bis 2,6 m unter Gelände aufgefüllte Böden in Form inhomogener Gemische aus Kies (verlehmt), Kiessand, Basalt, Sandstein und Tonstein angetroffen. Zum Teil wurden auch künstliche Fremdanteile in Form von Keramik-, Ziegel- und Betonbruch sowie Asphalt- und Holzreste festgestellt.

Die Diagramme der Sondierungen (s. Anlage 4, DPH 9) weisen darauf hin, dass diese Böden teilweise nur schwach oder sogar unverdichtet eingebracht wurden.

Grundsätzlich können in den Auffüllungen aber auch grobstückige Massen (bspw. Bauwerkreste oder Felsblöcke) nicht völlig ausgeschlossen werden, die einen erhöhten Löseaufwand erfordern.

**Zu Schicht IV (Hochflutlehm):**

In den Bohrungen 2, 3, 12 und 14 zeigten sich unterhalb der Verkehrsflächenbefestigung bzw. aufgefüllter Böden ab Tiefen zwischen ca. 0,1 m und 2,1 m Hochflutlehme in steif bzw. steif-halbfester Konsistenz. Dies sind bindige Böden mit feinkörnigen Hauptbestandteilen, die sich im Zuge von Hochwasserereignissen der Ahr abgesetzt haben.

**Zu Schicht V (Gehängelehm/Hangschutt):**

An den Untersuchungsstellen 7, 11 und 12 wurde Gehängelehm bzw. Hangschutt mit Schichtdicken von 0,2 bis 1,0 m erbohrt. Dabei handelt es sich um Bodenmassen, die durch natürliche Erosionsvorgänge und Hangbewegungen umgelagert wurden. Der Gehängelehm zeichnet sich durch feinkörnige Hauptbestandteile und der Hangschutt durch kiesige Hauptbestandteile aus.

**Zu Schicht VI (Terrassenablagerungen):**

Bei den in den Bohrungen 2 und 3 ab einer Tiefe von ca. 1,8 und 2,6 m unter Geländeniveau erbohrten kiesig sandigen Terrassenablagerungen handelt es sich um eiszeitliche Aufschotterungen der Ahr.



**Zu Schicht VII (Ton):**

In Bohrung KB 3 wurden ab einer Tiefe von 10,5 m halbfester bis fester Ton angetroffen. Eine eindeutige geologische Zuordnung ist auf Grundlage der Bohrgutansprache nicht möglich. Es handelt sich entweder um ein toniges Verwitterungsprodukt des Grundgebirges oder um das Relikt einer Tertiärablagerung.

**Zu Schicht VIII (Felsersatz):**

In der Bohrung KB 3 wurde als unterstes Schichtglied ab einer Tiefe von ca. 14,6 m unter Geländeniveau stark verwitterter und zu Lockerboden zersetzter Fels in Form von Tonstein mit einer Mächtigkeit von 5,4 m erbohrt.

Bei dem Felsersatz der Schicht VIII handelt es sich um die obersten Partien des mehrere tausend Meter mächtigen, unterdevonischen Grundgebirges, das als eine gefaltete, geklüftete und zum Teil geschieferte Wechselfolge aus Ton- und Sandsteinfels vorliegt. Eine nachteilige Veränderung des Baugrundes ist zur Tiefe hin nicht zu erwarten. Der Übergang in den schwach verwitterten bis unverwitterten Fels ist ungefähr im Niveau der Bohr- und Sondierrendtiefen zu erwarten.

Es gilt zu berücksichtigen, dass die Felsoberfläche in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad stark in ihrer Tiefenlage variieren kann. So muss auch mit klippenartig aus dem tieferen Untergrund in den flachen Baugrund hineinragenden quarzitischen, äußerst schwer bohr- und lösbaaren Felspartien und mit tief in den Fels eingreifenden feinkörnigen Verwitterungstaschen gerechnet werden.

**Zu Schicht IX (Basalt):**

In der Bohrung KB 7 wurde ab einer Tiefe von rd. 3,2 m unter Geländeniveau Basalt angetroffen. In den obersten rd. 50 cm liegt dieser in sehr stark verwittertem Zustand vor. Ab einer Tiefe von rd. 3,7 m unter Geländeniveau geht der Basalt in den entfestigten bis angewitterten und ab 12,2 m sogar in den unverwitterten Zustand über. Das Trennflächengefüge des anstehenden Basalts lässt sich an den Bohrkernen nicht zuverlässig ermitteln.

Zusätzlich zu den Bohrungen konnte der Basalt südwestlich der Untersuchungsstelle im Bereich der Stationierung 0+050 bis 0+095 festgestellt werden.

Bei dem Basalt handelt es sich um ein sogenanntes Eruptivgestein, welches aus erkalteter Lava entstanden ist. Basalt zeichnet sich vor allem durch seine meist vergleichsweise hohe Gesteinshärte (Mineralhärtegrad 6 bis 7) und hohe einaxiale Druckfestigkeit (bis zu  $q_u = 400 \text{ MN/m}^2$ ) aus.

An zwei aus der Kernbohrung KB 7 gewonnenen Basaltbruchstücken wurde orientierend die einaxiale Druckfestigkeit nach DIN EN 18136 bestimmt sowie orientierend Punktlastversuche nach den Empfehlungen des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) durchgeführt.

Zusätzlich wurden für die Ermittlung der Festigkeit des Basaltes innerhalb des Untersuchungsbereichs insgesamt 8 Proben vor Ort aus der Oberfläche des Basalts ausgemeißelt. An allen 8 Proben wurden ebenfalls orientierend Punktlastversuche nach den Empfehlungen des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) durchgeführt. Die daraus abgeleiteten einaxialen Druckfestigkeiten sind der nachfolgenden Tabelle (vgl. auch Anlage 2.6) sowie der Prüfbericht aus der Anlage 2.6 zu entnehmen.

Tabelle 3: Festigkeit der Felsbruchstücke

Bohrung	KB 7	KB 7	KB 7	KB 7	Proben mit Meißel aus Feldspatbasalt entnommen					
Probekörperbezeichnung	7/5	7/5	7/6	7/6	B 1.1	B 1.2	B 2.1	B 2.2	B 3.1	B 3.2
einaxiale Druckfestigkeit $\sigma_u$ [MN/m <sup>2</sup> ]	431,7 <sup>2)</sup>	–	> 247,7 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	–	–	–
Punktlastindex $I_{s(50)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	17,02	9,91	14,35	10,72	7,26	11,29	12,45	15,58	9,59	13,93
Abschätzung: einaxiale Druckfestigkeit $\sigma_u^*$ nach ISRM <sup>1)</sup> [MN/m <sup>2</sup> ]	383	223	323	241	163	254	280	350	216	313

<sup>1)</sup> ISRM (1972):  $q_u = 22,5 \cdot I_{s(50)}$

<sup>2)</sup> da  $h/l < 2$ , Korrektur nach DGGT Empfehlung Nr. 1



## Zu den Schichten I bis IX:

Die Konsistenzen und Lagerungsdichten sowie die Klassifizierungen der einzelnen Schichten in Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4: Schichtklassifizierungen

<i>Schichtbezeichnung</i>	<i>Bodengruppe DIN 18196</i>	<i>Lagerungs- dichte / Konsistenz</i>	<i>Boden- / Felsklassen DIN 18300<sup>1)</sup> (ATV Erdarbeiten)</i>	<i>Frost- empfindlichkeits- klasse ZTV E-StB 09</i>
<b>Schicht I (Oberboden):</b>	OU	weich	1	F3
<b>Schicht II (Oberbau der Verkehrsfläche):</b>	Asphalt und Frost- schuttschicht [GW, GE, GU, GU*]	mitteldicht bis dicht	3, 4	F1 – F3
<b>Schicht III (Auffüllungen):</b>	[GU*, GU, SU*, UL, UM]	mitteldicht bis dicht / steif bis halbfest	3, 4 (5, 6, 7)	F2 – F3
<b>Schicht IV (Hochflutlehm):</b>	UL, UM, TL, TM	steif bis halbfest	4	F3
<b>Schicht V (Gehängelehm/Hangschutt):</b>	GU*, UL, UM, TL, TM	mitteldicht bis dicht / halbfest bis fest	4	F3
<b>Schicht VI (Terrassenablagerungen):</b>	GW, GU, GU*, SU	mitteldicht bis dicht	3, 4	F2 – F3
<b>Schicht VII (Ton):</b>	TL, TM, UL, UM, UA	halbfest bis fest	4	F3
<b>Schicht VIII (Felsersatz):</b>	UL, UM, UA	halbfest bis fest	4 (6, 7)	F3
<b>Schicht IX (Basalt):</b>	–	(klüftig)	6, 7	–

<sup>1)</sup> Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf die mittlerweile überarbeitete Normenausgabe 2012-09.

Hinsichtlich eines Vorschlags zur Unterteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 wird auf Kapitel 3.3.4 verwiesen.

### 3.1.5 Hydrogeologische und hydrologische Situation

Freies Grundwasser wurde im Zuge der Baugrunderkundung in der Bohrung KB 3 in einer Tiefe von 9,7 m unter Geländeniveau (entspr. ca. 99,31 m ü. NHN) angetroffen.

Hierbei handelt es sich aber nur um eine einmalige Beobachtung, denn die Grundwasserstände sind erheblichen Schwankungen unterworfen. Die anstehenden Sand-Kies-Gemische der Terrassenablagerungen (Schicht VI) bilden einen teilgrundwassererfüllten Aquifer, der hydraulisch an den Vorfluter der Ahr angeschlossen ist. Die Hochflutereignisse der Ahr setzen sich in den Niederterrassen fort. Bei Ahrhochwasser infiltriert der Vorfluter in die Niederterrasse, bei Ahrniedrigwasser exfiltriert die Niederterrasse in den Vorfluter. Entsprechend korrespondieren die höchsten und niedrigsten Grundwasserstände unmittelbar mit dem Vorflutniveau der Ahr.

Bei Hochwasserereignissen der Ahr wird das Untersuchungs Gelände überströmt. Gemäß der Plattform [www.wasserportal.rlp-umwelt.de](http://www.wasserportal.rlp-umwelt.de) (Abfragedatum 18.01.2023) ist davon auszugehen, dass HQ<sub>100</sub>-Hochwässer der Ahr (d.h. Hochwässer mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1 Mal in einhundert Jahren) das umliegende Gelände bis zu einem Niveau von ca. 108 m ü. NHN überfluten. Im Zuge des Ahrhochwassers aus dem Jahr 2021 wurden im Untersuchungsbereich sogar Wasserstände bis zu einem Niveau von ca. 113,4 m ü. NHN (hier bei Stationierung ca. 0+065) erreicht.



Abb. 7: Höchstes Geländeniveau im Überflutungsbereich von HQ<sub>100</sub> der Ahr anliegend zur Baumaßnahme

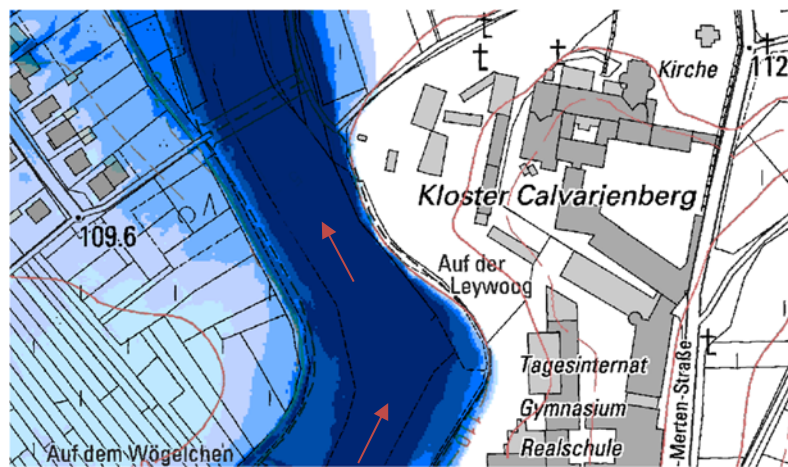


Abb. 8: Höchstes Geländeniveau im Überflutungsbereich von HQ<sub>extrem</sub> der Ahr anliegend zur Baumaßnahme

Unabhängig von dem Vorfluter beeinflussten Grundwasserverhältnissen könnten sich in den anstehenden Baugrundsichten in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen temporäre Schicht- / Sicker- und Kluftwässer ausbilden.

Bei chemischen Analysen einer Wasserprobe aus der Kernbohrung KB 3 wurden keine Beton angreifenden Eigenschaften des Grundwassers nachgewiesen (vgl. Anlage 2.5). Nach den regionalen Erfahrungen des Unterzeichners weist das Grundwasser im Bereich der Ahr aber des Öfteren eine schwache bis stark betonangreifende Eigenschaft aufgrund erhöhter Gehalte an Kohlendioxid auf.

### 3.2 Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

#### 3.2.1 Baugrundmodell

Eine grafische Darstellung der Untersuchungsergebnisse in Bezug auf das geplante Projekt geht aus der Anlagenreihe 4 hervor.

Hieraus ergibt sich für die weitere geotechnische Bearbeitung das folgende vereinfachte tabellarische Baugrundmodell.

Tabelle 5: Vereinfachtes Baugrundmodell

<i>Schichtbezeichnung</i>	<i>Schichtunterkante [m ü. NHN]</i>
<b>Geländeneiveau:</b>	107,3 – 112,0
<b>Schicht I (Oberboden):</b>	107,1 (nur RK 1)
<b>Schicht II (Oberbau der Verkehrsfläche):</b>	109,1 – 111,5
<b>Schicht III (Auffüllungen):</b>	105,6 – 111,4
<b>Schicht IV (Hochflutlehm):</b>	105,8 – 109,6
<b>Schicht V (Gehängelehm/Hangschutt):</b>	106,9 – 110,5
<b>Schicht VI (Terrassenablagerungen):</b>	98,5 – 105,4
<b>Schicht VII (Ton):</b>	94,4 (nur KB 3)
<b>Schicht VIII (Felszersatz):</b>	≤ 89,0 (nur KB 3)
<b>Schicht IX (Basalt):</b>	≤ 95,3 (nur KB 7)



### 3.2.2 Bodenmechanische Kennwerte

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen bodenmechanischen Kennwerte basieren auf Klassifizierungsversuchen in Verbindung mit einschlägigen Tabellenwerken und regionalen Erfahrungen.

Tabelle 6: Abgeschätzte bodenmechanische Kennwerte

Schichtbezeichnung	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Rechenmodul $E^*$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Schicht I (Oberboden):	13 – 16	– <sup>1)</sup>	– <sup>1)</sup>	– <sup>1)</sup>
Schicht II (Oberbau der Verkehrsfläche):	18 – 20	30	0	40
Schicht III (Auffüllungen):	18 – 20	27,5 – 32,5 (30,0) <sup>2)</sup>	0 (– 5)	10 <sup>3)</sup>
Schicht IV (Hochflutlehm):	18 – 20	27,5	10	10
Schicht V (Gehängelehm/Hangschutt):	18 – 19	27,5 – 32,5	Gehängelehm: 5 – 15 Hangschutt: 0 – 10	Gehängelehm: 14 – 16 Hangschutt: 18 – 20
Schicht VI (Terrassenablagerungen):	20 – 22	35,0	0	> 80
Schicht VII (Ton):	19 – 21	25	15	18
Schicht VIII (Felszersatz):	20 – 24	27,5	15	> 80
Schicht IX (Basalt):	26 – 31	40	> 20	>> 300

<sup>1)</sup> darf nicht überbaut werden, daher keine Angabe

<sup>2)</sup> als Ersatzreibungswinkel  $\varphi'_{k, \text{ers}}$  mit  $c'_k = 0$  kN/m<sup>2</sup>

<sup>3)</sup> zusätzliche Sackungen, insbesondere unter Einfluss von Wasser und dynamischer Belastung sind zu erwarten

### 3.2.3 Auswertung und Bewertung der Daten zur Grundwassersituation

Auf Grundlage der vorliegenden Daten zur Grundwassersituation empfehlen wir, im Zuge der weiteren Planung und statischen Bearbeitung folgende Bemessungsgrundwasserstände (HGW) in Ansatz zu bringen:

$$GW_{\text{max BS-P, BS-T}} = 105,0 \text{ m ü. NHN}$$

$$GW_{\text{max BS-A}} = 113,4 \text{ m ü. NHN (höchster Ahrwasserstand 2021 im Untersuchungsbereich, hier bei Stationierung ca. 0+065)}$$

Zusätzlich dazu sind mögliche temporäre Schicht- / Sicker- bzw. Kluftwasserführungen innerhalb der Schichten III bis VIII möglich. Aus Schichtwasser und Sickerwasser können aufgrund der relativ geringen Durchlässigkeit der Schichten III, IV, V und VII auch Stauwässer bis zum Geländeniveau resultieren. Zudem sei zu beachten, dass lokal stark betonangreifendes kohlenstoffreiches Grundwasser im Bereich der Baumaßnahme auftreten kann (s. Kap. 3.1.5).

### 3.3 Bestandsbewertung und Variantenuntersuchung

#### 3.3.1 Standsicherheitsbeurteilung

Die erodierte Böschung beläuft sich auf einen Gesamtstreckenabschnitt von ca. 190 m (Station 0+060 bis 0+130). Der Streckenabschnitt wurde bereits in Phase I (Grundlagenermittlung) anhand der Morphologie und der Schadensbilder in zwei Hauptbereiche gegliedert (s. Kapitel 2.3).

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung wird für die Beurteilung der Standsicherheit sowie für die Variantenstudie weitere Unterteilungen des Bereichs 2 (Fußweg) erforderlich. Die Gliederung der Gesamtstrecke wird in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7: Bereichseinteilung der Gesamtstrecke auf Grundlage der Standsicherheitsbeurteilung

Bereichseinteilung		Stationierung	Beschreibung der Bestandssituation
<b>Bereich 1</b> (landwirtschaftliche Fläche)	-	0+060 – 0+000 (L = 60 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erodierte Böschung unmittelbar entlang der Ahr</li> <li>- Lockergesteinsböschung, Lockergestein mehrere Meter tief</li> <li>- Höhe der Böschung: rd. 2,4 bis 3,0 m</li> <li>- Neigung der Böschung: rd. 40 bis 77°</li> </ul>
<b>Bereich 2</b> (Fußweg)	<b>Bereich 2a</b>	0+000 – 0+053 (L = 53 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erodierte Böschung mit Abbruch des Fußweges in den Bereichen 0+005 bis 0+020, 0+025 bis 0+032 und 0+047 bis 0+053</li> <li>- vorwiegend Lockergesteinsböschung bis Station 0+047, danach nur rd. 1 bis 2 m Lockergestein über Festgesteinsböschung</li> <li>- Höhe der Böschung: rd. 4,0 bis 5,9 m</li> <li>- Neigung der Böschung: rd. 20 bis 73°</li> </ul>
	<b>Bereich 2b</b>	0+053 – 0+090 (L = 37 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erodierte Böschung unterhalb des Fußweges in den Bereichen</li> <li>- Fußweg ohne Ausbrüche, Überbrückung des Gehwegs mittels Stahlkonstruktion im Bereich 0+065 bis 0+075</li> <li>- nur max. 1 m Lockergestein über Feldspatbasalt</li> <li>- Höhe der Böschung: rd. 5,8 bis 7,0 m</li> <li>- Neigung der Böschung: rd. 50 bis 72°</li> </ul>
	<b>Bereich 2c</b>	0+090 – 0+130 (L = 40 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- augenscheinlich anstehender Böschungsbruch entlang der westlichen Gehwegkante in Richtung Ahr, erkennbar durch Schalförmige Risse im Fußwegbereich sowie z.T. schon freiliegende Gründungskörper des Geländers</li> <li>- Mächtigkeit des Lockergesteins nimmt nach Süden hin wieder zu.</li> <li>- Höhe der Böschung: rd. 3,3 bis 7,5 m</li> <li>- Neigung der Böschung: rd. 20 bis 55°</li> </ul>

Für die Beurteilung der derzeitigen Standsicherheit erfolgte je Bereich eine erdstatische Berechnung nach DIN 4084 mit dem Programm GGU Stability (Version 14.00, herausgegeben von Prof. Dr. Ing. Johann Buß) am maßgebenden Ahrprofil, welches hangseitig jeweils durch alte Vermessungsdaten aus Unterlage [4] ergänzt wurde, für die Bemessungssituation BS-P unter Ansatz der abgeschätzten bodenmechanischen Kennwerte aus Tabelle 6. Die Ergebnisse der Berechnungen sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt (s. Abbildungen 9 bis 12). Die Berechnungsprotokolle sind der Anlage 6 beigelegt.

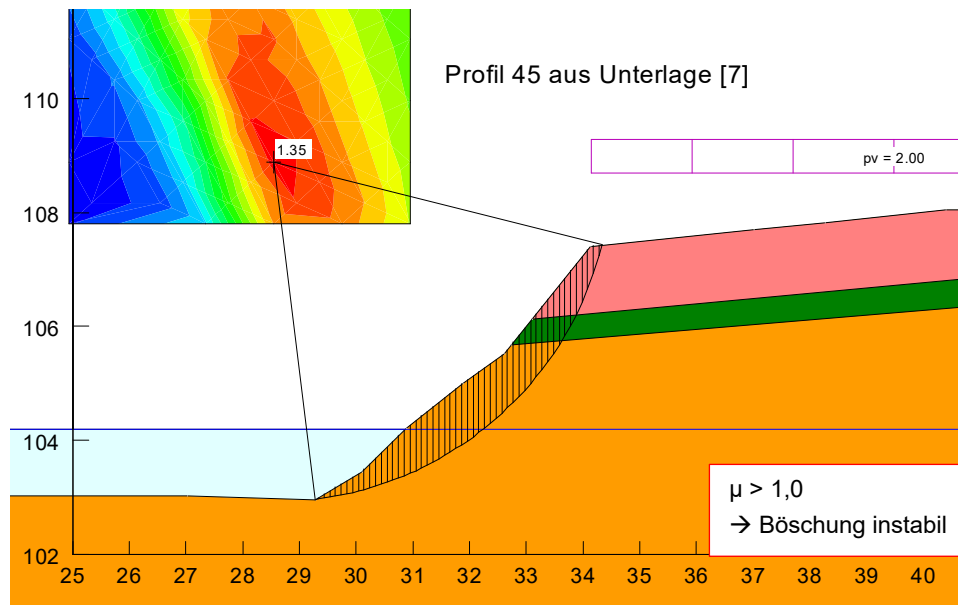


Abb. 9: Standsicherheitsabschätzung IST-Zustand  
Bereich 1 – Profil 45 (Unterlage [7])

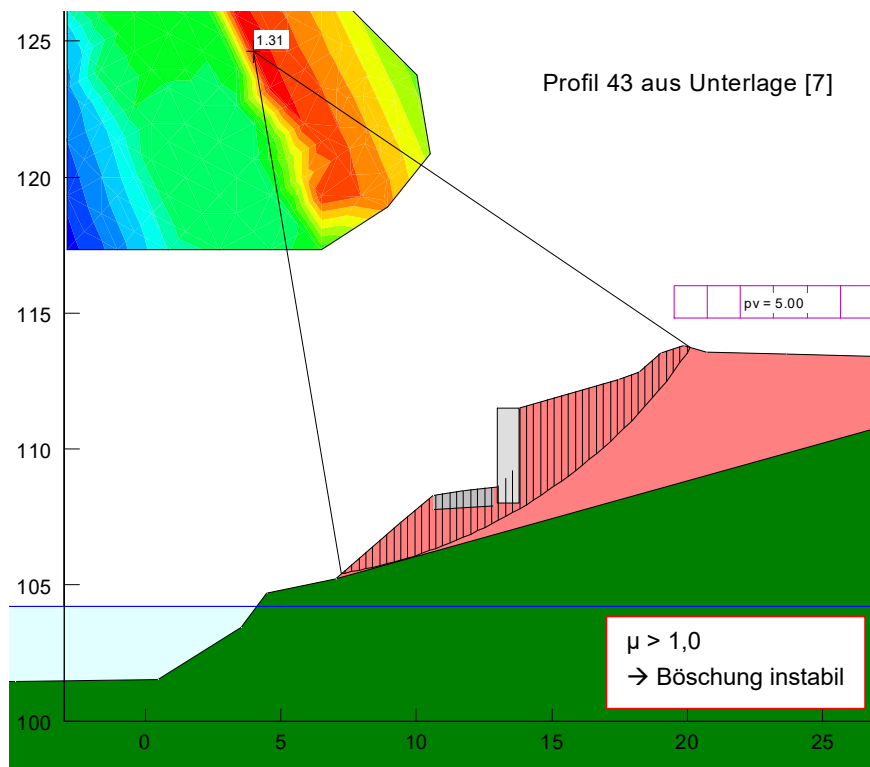


Abb. 10: Standsicherheitsabschätzung IST-Zustand  
Bereich 2a – Profil 43 (Unterlage [7])



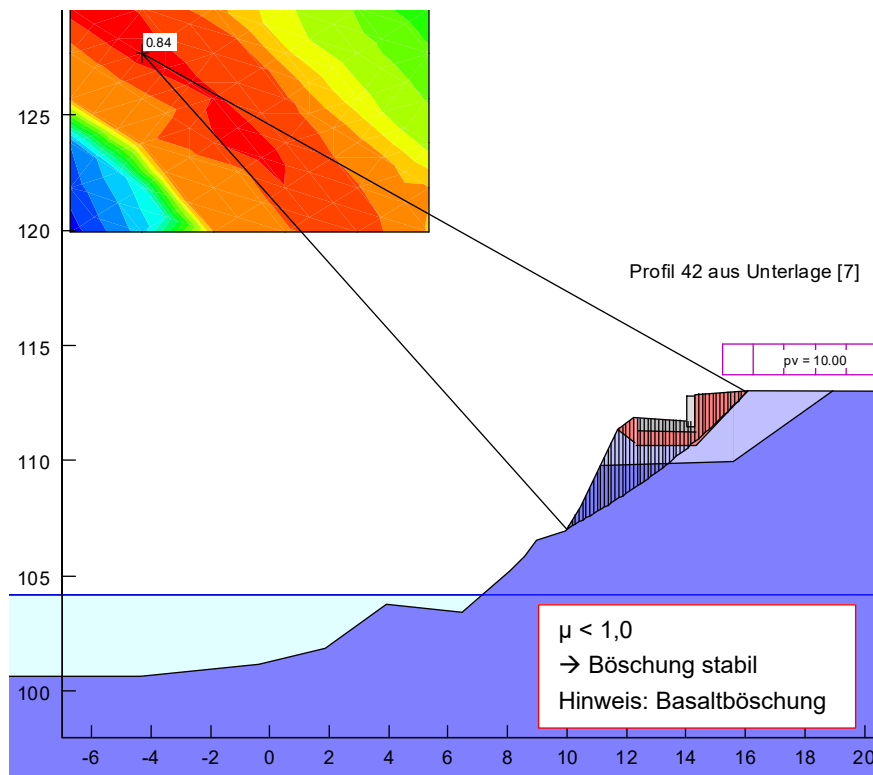


Abb. 11: Standsicherheitsabschätzung IST-Zustand  
Bereich 2b – Profil 42 (Unterlage [7])

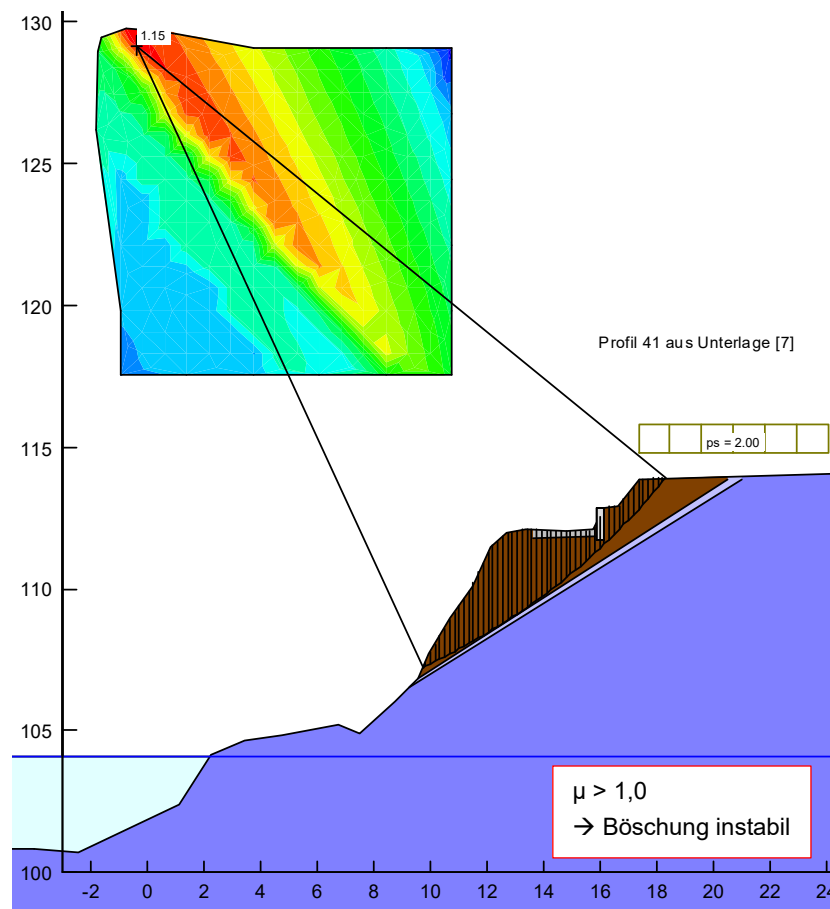


Abb. 12: Standsicherheitsabschätzung IST-Zustand  
Bereich 2c – Profil 41 (Unterlage [7])

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen, die vergleichsweise mit den Ergebnissen der Unterlage [6] sind, wurden in der nachfolgenden Tabelle nochmal zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 8: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen

<i>Bereich</i>	<i>maßgebendes Profil aus Unterlage [7]</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Bemessungs- situation</i>	$\mu_{soll}$	$\mu_{max}$
1	45	Ist-Zustand	BS-P	$\leq 1,0$	1,35
2a	43	Ist-Zustand	BS-P		1,31
2b	42	Ist-Zustand	BS-P		0,84
2c	41	Ist-Zustand	BS-P		1,15

Für die Bereiche 1, 2a und 2c konnte keine ausreichende rechnerische Standsicherheit nach EC 7 nachgewiesen werden. Zur Erzielung einer ausreichenden Standsicherheit sind hier bauliche Maßnahmen erforderlich.

### 3.3.2 Variantenuntersuchung

Die Variantenuntersuchung dient der Ermittlung einer im vorliegenden Fall geeigneten Maßnahmenvariante für die einzelnen Sicherungsbereiche unter Berücksichtigung der durch die SGD vorgegebenen Kriterien zur Sicherung bzw. zum Wiederaufbau der nach Osten ansteigenden Böschung.

Im Rahmen dieses Kapitels erfolgt die Konzeptionierung der Sanierung mit drei Möglichkeiten zur Sicherung / zum Neuaufbau der Böschung auf dem Niveau einer Vorplanung mit zeichnerischer Darstellung und Bewertung. Die Einarbeitung von Beiträgen anderer an der Planung fachlicher Beteiligten soll noch erfolgen.

Unserer Einschätzung nach bilden im vorliegenden Fall vor allem folgende drei Varianten technisch sinnvolle Lösungen:

Variante 1: Herstellung eines verfestigten Bodenkörpers

Variante 2: Gabionenwand ggf. mit Rückverankerung

Variante 3: Spundwand ggf. mit Rückverankerung

Die Varianten werden in den nachfolgenden Kapiteln im Einzelnen erläutert und beispielhaft für den Sicherungsbereich 1 (Profil 45) als Systemskizze dargestellt.

### 3.3.2.1 Variante 1: Herstellung eines verfestigten Bodenkörpers

Die erodierte Böschung kann in den Bereichen 1, 2a und 2c mittels eines verfestigten Bodenkörpers (s. Abb. 13) wiederaufgebaut werden und damit gleichzeitig die Standsicherheit der Böschung wiederherstellen. Der verfestigte Bodenkörper wird aus grob- und gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen GW bis GU (hier: bevorzugt Überschussgeschiebe des Hochwasserereignisses der Ahr) und mit Zement durchmischt unmittelbar vor der erodierten bzw. vorprofilierten Böschung lagenweise eingebaut. Die Böschung wird vorerst mit einer Regelneigung von 1:1,5 angesetzt. Die Böschungsparameter (Neigung, Druckfestigkeit, etc.) sind in Abhängigkeit eventueller landespflegerisch und wasserwirtschaftlicher Randbedingungen oder bestimmter geometrischen Anforderungen (bspw. zur Sicherstellung eines bestimmten Abflussquerschnittes) noch anzupassen.

Die Rezeptur der Verfestigung des Erdbaustoffs ist durch eine Eignungsprüfung gemäß dem Merkblatt „Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Bindemitteln“ und der ZTV E-StB festzulegen. Als Anhaltswert ist von einem Zementgehalt von ca. 4 bis 6 % auszugehen. Für das Gemisch aus Boden und Zement ist eine Mindestdruckfestigkeit nach 28 Tagen von 3 bis 5 N/mm<sup>2</sup> nachzuweisen.

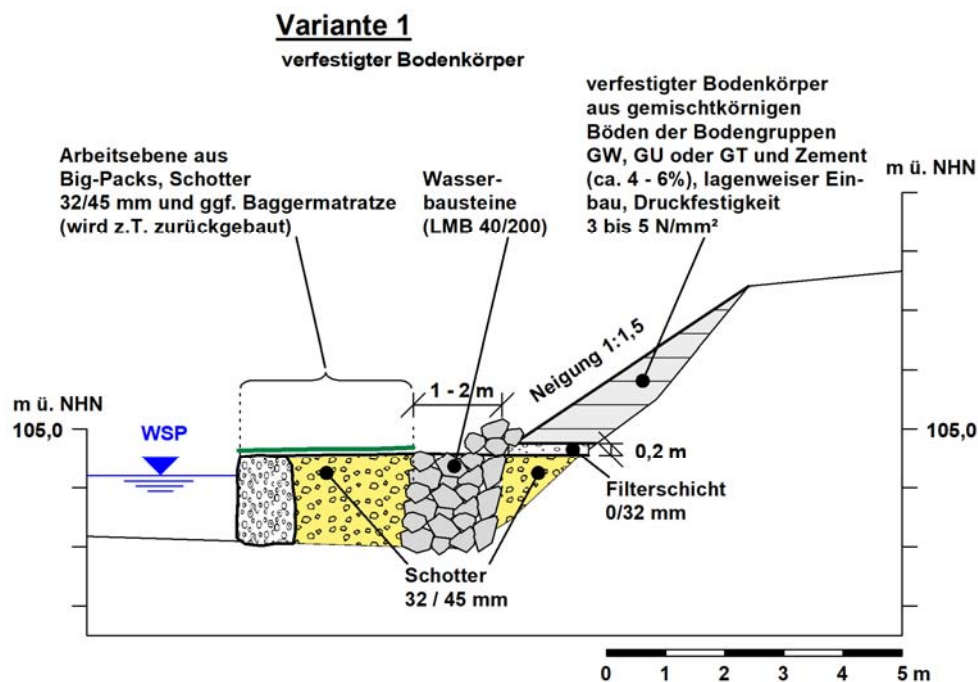


Abb. 13: Systemskizze zur Variante 1

Kommt der Böschungsfuß innerhalb des Flussbettes zu liegen, so ist zur Wasserseite hin ein Auflager zu schaffen. Dieses kann durch Wasserbausteine (Wasserbausteinklasse LMB 40/200) nach DIN EN 13383-1:2002 auf einer Breite von rd. 1 bis 2 m erfolgen. Der übrige Bereich unterhalb des Wasserspiegels zwischen Wasserbausteinen und derzeitigem Böschungsfuß kann mittels Schottermaterial im Körnungsbereich 32/45 mm verfüllt werden. Dieses dient bei einer Gründung im Ahrbereich als Fundament für den darauf aufzubringende verfestigten Bodenkörper.

Zusätzlich wird in den Bereichen 1 und auch vermutlich 2a zur Herstellung dieser Variante eine Arbeitsebene im Flussbett (bspw. aus Big-Packs und Schottermaterial im Körnungsbereich 32/45 mm sowie zum Überfahren von schwerem Gerät ggf. mittels Baggermatratze) erforderlich, die nach Herstellung des verfestigten Bodenkörpers wieder zurückgebaut wird.

### **3.3.2.2 Variante 2: Gabionenwand ggf. mit Rückverankerung**

Alternativ zur Variante 1 kann die Standsicherheit der bestehenden Geländesprünge in den Bereichen 1 und 2a durch die Ausführung einer Gabionenwand entlang der talseitigen Böschung hergestellt werden. In Abhängigkeit der statischen Erfordernisse ist die Wand ggf. mit Bodennägeln rückzuverankern.

Die Hinterfüllung der Gabionenwand erfolgt mittels grob- und gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe GW bis GU nach DIN 18196 mit einem Verdichtungsziel von  $D_{Pr} \geq 97 \%$  oder alternativ mittels Einkornbeton. Das Hinterfüllmaterial sollte von den Gabionenkörben durch Einlegen eines Filtervlieses (mindestens Geotextilrobustheitsklasse GRK 2) getrennt werden. Zur Vermeidung von Wasseransammlungen ist hinter dem Fundament eine Dränage zu verlegen, die an eine geeignete Vorflut anzuschließen ist.

Die Gabionenwand kann auf einem Vor-Ort-Beton-Fundament gegründet werden. Dieser ist dann bei Bedarf aus Unterwasserbeton (bspw. im Kontraktorverfahren) und abschnittsweise herzustellen. Die Frostsicherheit der Gründung ist sicherzustellen (mindestens bis 0,8 m unter Gelände).

Zusätzlich wird in den Teilbereichen zur Herstellung dieser Variante eine Arbeitsebene im Flussbett (bspw. aus Big-Packs und Schottermaterial im Körnungsbereich 32/45 mm sowie zum Überfahren von schwerem Gerät ggf. mittels Baggermatratze) erforderlich, die nach Herstellung der Gabionenwand wieder zurückgebaut wird.



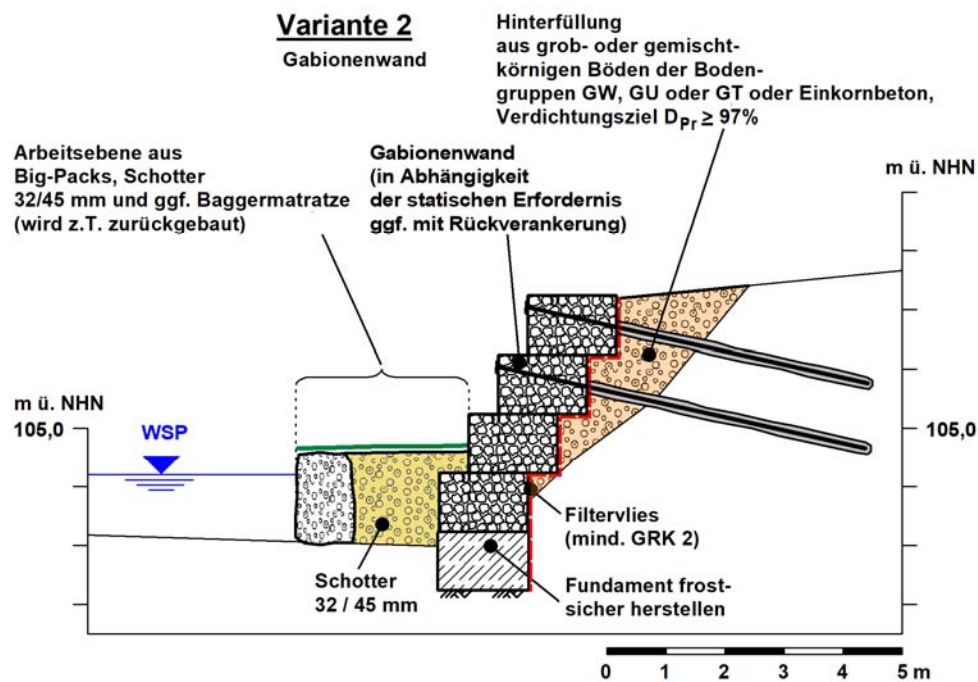


Abb. 14: Systemskizze zur Variante 2

### 3.3.2.3 Variante 3: Spundwand ggf. mit Rückverankerung

Mithilfe einer Stahlspundwand kann die Standsicherheit wiederhergestellt werden. In Abhängigkeit der statischen Erfordernis ist die Wand ggf. rückzuverankern.

Zum Einbringen der Spunddielen werden voraussichtlich Lockerbohrungen mit Pfahlbohrgerät erforderlich.

Die Hinterfüllung erfolgt dann mit geeignetem Material bspw. mittels grob- und gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe GW, GU und GT nach DIN 18196 (evtl. eingblasene Lava, Grubenkiese) oder alternativ mittels Flüssigboden, je nach Beschaffenheit des dort schon anstehenden Bodens.

Zur Vermeidung von hydrostatischem Druck auf die Konstruktion sind Drainbohrungen durch die Spundwand vorzusehen.

Zusätzlich wird in den Teilbereichen zur Herstellung dieser Variante eine Arbeitsebene im Flussbett (bspw. aus Big-Packs und Schottermaterial im Körnungsbereich 32/45 mm sowie zum Überfahren von schwerem Gerät ggf. mittels Baggermatratze) erforderlich.

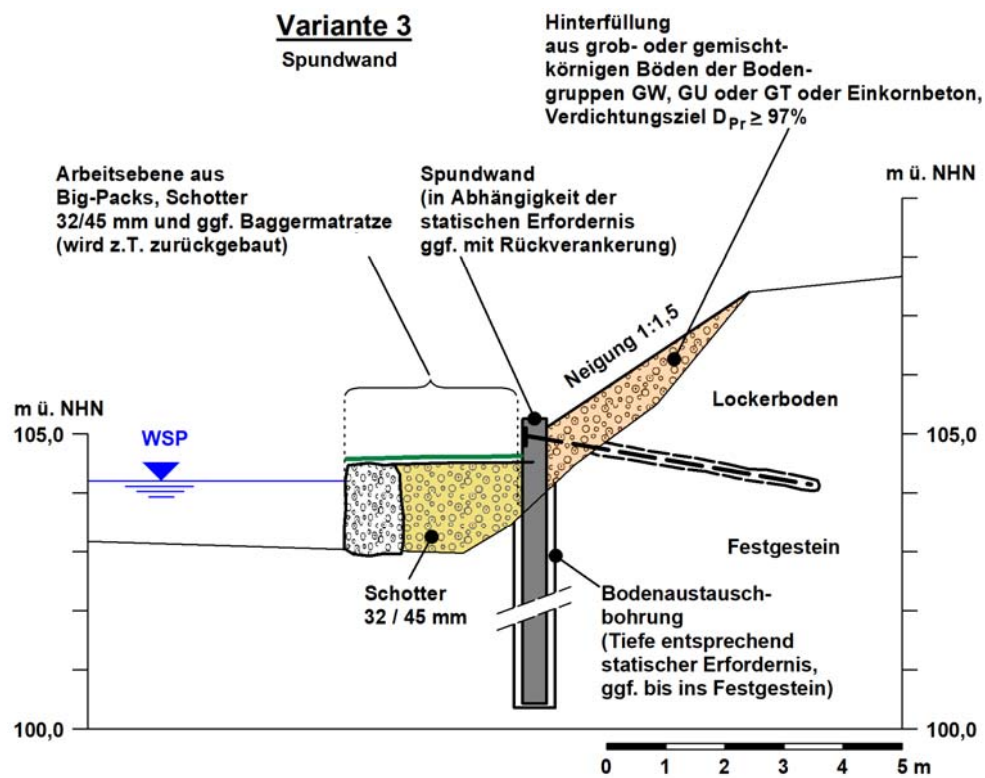


Abb. 15: Systemskizze zur Variante 3

### 3.3.3 Zusammenfassung und Bewertung der Varianten

Für die drei aufgeführten Varianten wurde der Aufwand zum Erzielen einer ausreichenden Standsicherheit, die Einflüsse auf die baulichen und konstruktiven Gestaltungen, der Entwässerung, der Wirtschaftlichkeit und der Umweltverträglichkeit untersucht sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Varianten und Beurteilung der Machbarkeit für die einzelnen Bereiche

	Kriterien	Vorteile	Nachteile
Variante 1 verfestigter Bodenkörper	<b>Standsicherheit</b>	+ erzielbar + in allen Sicherungsbereichen anwendbar	
	<b>bauliche und konstruktive Gestaltung</b>	+ hohe geometrische Flexibilität, kann sehr variabel an die jeweilige Umgebung angepasst werden + überschüssiges Material vom Hochwasserereignis kann wiederverwendet werden Begrünung möglich + ausführbar von kleinen und mittleren Unternehmen des Tiefbaus	- Raumbedarf im Umfang des Urgeländes in Richtung Ahr erforderlich - keine Ausführung im Winter möglich - keine Standardbauweise
	<b>Entwässerung</b>	+ in Abhängigkeit der gewählten Materialien kann auf weitere Entwässerungsmaßnahmen verzichtet werden	-
	<b>Umweltverträglichkeit</b>	+ CO <sub>2</sub> -reduzierte Zemente verwenden, um CO <sub>2</sub> -Emissionen zu reduzieren	- je nach Zementgehalt, hoher pH-Wert für Pflanzen
	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	+ Nach derzeitigem Stand günstigste der drei vorgeschlagenen Varianten (s. Anlage 7: Kostenschätzung)	-
Variante 2 Gabionenwand ggf. rückverankert	<b>Standsicherheit</b>	+ erzielbar + in allen Sicherungsbereichen anwendbar	-
	<b>bauliche und konstruktive Gestaltung</b>	+ gezielte Gesteinsauswahl, schönere Ansichtsfläche + schneller und einfacher Aufbau + robuste und wartungsarme Variante	- bei Rückverankerung ggf. Baulast von Nachbarn notwendig
	<b>Entwässerung</b>	+ Gabionenwand ist wasserdurchlässig, keine größeren Aufwendungen für Entwässerung erforderlich	-
	<b>Umweltverträglichkeit</b>	+ Lebensraum für kleinere Tiere + geringere CO <sub>2</sub> -Emissionen	-
	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	+ relativ günstigste Variante (s. Anlage 7: Kostenschätzung)	-

<b>Variante 3</b> <b>Spundwand ggf. rückverankert</b>	<b>Standsicherheit</b>	+ erzielbar	- nur im Sicherungsbereich 1 anwendbar
	<b>bauliche und konstruktive Gestaltung</b>	+ wasserdichter Verbau, robust gegen Hochwasserereignisse + geringer Raumbedarf erforderlich + schneller Baufortschritt + auch für nicht standfeste Böden geeignet + Geringer Personaleinsatz	- Erschütterungen und Lärm beim Einbau - technische Ansichtsfläche - bei Rückverankerung ggf. Bewilligung von Nachbarn notwendig - erfordert schwere Ausrüstung ggf. inkl. Bohrgerät für die Herstellung
	<b>Entwässerung</b>	+	- Zusätzliche Entwässerungs- bzw. Drainbohrungen erforderlich
	<b>Umweltverträglichkeit</b>	+	- hoher CO <sub>2</sub> -Verbrauch
	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	+	- teuerste Variante (Bohrpfahlgerät ggf. für Lockerbohrungen, etc.)

In Abstimmung mit der SGD Nord und dem LGB erachten wir die Varianten 1 und 2 für die zielführendsten Varianten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Ausführungstechnik und Ästhetik. Diese Varianten können aus Sicht der Unterzeichner auch in Kombination, bspw. durch Verwendung der Variante 1 (verfestigter Bodenkörper) in den Bereichen 1 und 2 c in Kombination mit der Variante 2 (Gabionenwand, ggf. rückverankert) in dem Bereich 2a, ausgeführt werden. Für den Bereich 2b wird vorerst keine Sicherung erforderlich, allerdings empfehlen die Unterzeichner im Zuge der weiteren Planung eventuelle Ausbruchstellen im Bereich der Basaltböschung zu prüfen. Sollten hier Ausbruchstellen erkennbar sein, so sind diese Fehlstellen ebenfalls zu sichern (bspw. mittels Spritzbetonplomben).

Die Variante 3 hat sich bereits in der Vorplanung mit einer groben Kostenschätzung von rd. 2,2 bis 2,7 Millionen Euro als unwirtschaftlich herausgestellt und wird daher im weiteren Verlauf der Planung in Abstimmung mit der SGD Nord und dem LGB nicht weiterverfolgt.

Für die Kostenschätzung wurden, die in Kapitel 3.1.1 definierten vier Bereiche mit der jeweils mittleren zu sichernden Höhe gemäß der nachfolgenden Abmessungen in Ansatz gebracht.

- Bereich 1: L = 60 m, HØ = 4,7 m
- Bereich 2a: L = 53 m, HØ = 6,7 m
- Bereich 2b: L = 37 m, HØ = 11,0 m (vorerst keine Sicherung erforderlich)
- Bereich 2c: L = 40 m, HØ = 5,7 m

Die Kostenschätzung der Variante 1 (Herstellung eines verfestigten Bodenkörpers) und Variante 2 (Gabionenwand ggf. mit Rückverankerung) ist der Anlage 7 zu entnehmen, wobei die Instandsetzung des Fußweges sowie eine eventuelle Wiederherstellung der Flurstücke hier nicht mit einberechnet wurde. Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Variante 2 statt mittels einer eventuellen Rückverankerung auch durch andere Maßnahmen verstärkt bzw. stabilisiert werden kann, wie bspw. durch das System FARFALLA von Mair Wilfried GmbH. Dies ist im Zuge der weiteren Planung zu recherchieren und mit den Auftraggebern abzustimmen.



Bei den ergänzenden Auswertungen zum vorliegenden Bericht hat sich gezeigt, dass auf Grundlage der nun vorliegenden Vermessungsunterlagen sich insbesondere durch die tiefer liegende Ahrsohle und den damit verbundenen größeren Wassertiefen der Ahr deutlich höhere Aufwendungen und Kosten für die Vorbereitung der Arbeitsebene im Wasser ergeben. Zudem liegen nach den aktuellen Vermessungsdaten in den Bereichen 1 und 2a auch höhere, zu sichernde Böschungen vor, was wiederum zu Kostensteigerungen aufgrund von erhöhtem Materialbedarf führt.

Die GTM bietet auch gerne weiterführenden Planungsleistungen sowie die Fachbauleitung im Zuge der Ausführung an.

### **3.3.4 Ergänzende Hinweise für die weitere Planung**

Für die weitere Planung empfehlen wir folgende Punkte zu berücksichtigen:

1. Der derzeit beschädigte Fußweg ist wieder herzustellen und gegen erneute Flutereignisse zu sichern.
2. Die Sicherungsvariante bzw. die Ausführung dieser sollte bestenfalls so gewählt werden, dass der Ahr ein möglichst großer Fließquerschnitt eingeräumt wird.
3. Als Sicherungsmaßnahme wird eine technische Sicherung insbesondere im Bereich des Fußweges bevorzugt, die dann mittels ökologischem Vorbau naturnah wiederhergestellt werden kann. Zusätzlich sind die Sicherungsmaßnahmen bestenfalls so zu wählen, dass die Ahr auch eigendynamisch sein kann und die Entstehung von Kolke keine Auswirkungen auf diese hat.
4. Im Bereich des Calvarienbergs besteht ein hohes Angriffspotenzial in Bezug auf erneute Flutereignisse. Der Calvarienberg wirkt als Prallhang und in Bezug auf die weitere Planung sind die Bemessungen so auszulegen, dass Anprall und Flut mit eventuellem Mittransport von Treibgut berücksichtigt werden.

### **3.3.5 Homogenbereiche**

Auf Vorschläge zur Unterteilung des Baugrunds in Homogenbereiche und Details zur Beschreibung der Bauarbeiten nach DIN ATV-Normen aus 2019 wird im Zuge dieser Vorplanung verzichtet. Die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche ist im Zuge der Entwurfsplanung bzw. Ausführungsplanung hinsichtlich der gewählten Bauverfahren zu ergänzen. Hierzu steht die GTM gerne zur Verfügung.

#### 4. Weitere Maßnahmen

Der vorliegende Geotechnische Bericht dient ausschließlich der Beurteilung der Standsicherheit und der Erstellung einer Variantenstudie. Die zugrunde gelegten **Planunterlagen** (Querprofile und Vermessungen) sind wesentlicher Bestandteil zur Beurteilung der Standsicherheit und zur Untersuchung der einzelnen Varianten. Sie sind daher vor Beginn der Baumaßnahme sorgfältig zu prüfen. Bei Unstimmigkeiten ist der Unterzeichner zu benachrichtigen.

Das in Abschnitt 3 dargestellte Baugrundmodell basiert auf stichprobenartigen Untersuchungen und ist daher im Zuge der Erdarbeiten zu verifizieren. Somit gelten sämtliche Angaben vorbehaltlich einer förmlichen **Überprüfung der Baugrundverhältnisse** durch die GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH im Zuge der Bauarbeiten.

Der vorliegende Bericht ist den beteiligten Fachplanern, der Bauleitung und ggf. auch der Projektsteuerung vollständig, d. h. mit allen Anlagen, zur Verfügung zu stellen.

56575 Weißenthurm, den 31.10.2024

aufgestellt:		geprüft:
		
Sarah Mesloh, M. Eng. (Projektingenieurin)		Dipl.-Ing. (FH) Jens Schopphoven (Geschäftsführer)

#### Hinweise zur Anwendung des vorliegenden Gutachtens

Der Bericht bezieht sich ausschließlich auf die in Abschnitt 1 genannte Fragestellung für das in Abschnitt 2 beschriebene Objekt. Er ist für die einmalige Anwendung durch den Auftraggeber innerhalb von 12 Monaten bestimmt. Er ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Es ist nicht zulässig, nur Teile der Untersuchungsergebnisse heranzuziehen oder diese auf andere Fragestellungen zu beziehen, da sich der Untersuchungsumfang, die Untersuchungstiefe sowie die Bewertung ausschließlich an der Aufgabenstellung und den Konstruktionsmerkmalen des Objektes orientieren. Für Rückfragen steht die GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH gerne zur Verfügung. Mündliche Angaben dienen dann aber lediglich der Vorinformation und werden erst mit schriftlicher Bestätigung rechtsverbindlich.

Die Vervielfältigung und Weitergabe an fachlich nicht am genannten Objekt Beteiligte bedarf der Zustimmung der GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH.

## **Anlagen**

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 08.08.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.1	
Aufschluss: RK 1						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			TA Orhan Mavili			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,25	rezent, Mu (U, t', s', o'), (Oberboden)	beige - braun	weich bis steif	leicht zu bohren	g 11 0,00 - 0,25	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm
1,70	anthropogen, A (S, g, u), (mdch-dch) Kiessand, Sandstein, Ziegelbruch, Betonbruch (Auffüllung)	beige	steif	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 12 0,25 - 1,00 g 13 1,00 - 1,70	kein Bohrfortschritt ab 1,70 m

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 08.08.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.2	
Aufschluss: RK 2						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: TA Orhan Mavili						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,10	anthropogen, A (G, s, u'), Beton, Asphalt, Kies (Auffüllung)	braun	mitteldicht	normal zu bohren	g 21 0,00 - 1,10	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm
1,80	Hochflutlehm, HL, U, s', g', Kies (Lehmboden)	braun	steif bis halbfest	normal zu bohren	g 22 1,10 - 1,80	
2,30	Terrassenablagerungen, S, g, u', (Kiessand)	braun	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 23 1,80 - 2,30	kein Bohrfortschritt ab 2,30 m; kein Grundwasser



Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.3	
Name des Auftraggebers: SGD Nord						
Bohrverfahren: KB Datum: 09.08.2023					Aufschluss: KB 3	
Durchmesser: 178/146 mm Neigung: 0,00°					Projekt-Nr.: 23007Gb	
Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: Sarah Mesloh, M.Eng.			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
1,00	anthropogen, A (G, s, u'), Kies, Tonstein, Ziegelbruch, Betonbruch  (Auffüllung)	graubraun	mitteldicht			schwach feucht, Kernbohrung d=178/146 mm RKR
2,10	anthropogen, A (U, s'- s, g), verlehmter Kiessand, umgel. Hochflutlehm  (Auffüllung)	braun	steif bis halbfest		g 31 0,00 - 2,10	schwach feucht
2,60	Hochflutlehm, HL, U, s- s+, g', z.T. Tonschieferstücke (Lehmboden)	braun	steif		g 32 2,10 - 2,60	feucht
10,50	Terrassenablagerungen, G, s+, u', t', z.T. steinig, Tonstein (Kiessand)	braun	mitteldicht bis dicht		g 33 2,60 - 6,00 WP 1 10,00 g 34 6,00 - 10,50	feucht, Wasserprobe 1 bei 10,0 m
12,00	Tertiärton, U, t', s, g+, mit Kiessand aus Terrassenablagerungen vermischt (umgelagerter Tertiärton)	braun	steif bis halbfest		g 35 10,50 - 12,00	schwach feucht
14,60	Tertiärton, T, u', s', (Ton)	hellbraun / beige	halbfest bis fest			schwach feucht

Aufschluß KB 3		Projektnummer 23007Gb		GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH		Anlage 1.3
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
16,20	Felszersatz, Zz, zu Lockerboden zersetzt (U,s*), porös, kleinstückig zerlegt (zersetzter Fels)	grau	halbfest			schwach feucht, Kernbohrung d= 146 mm SKR ab 16,20 m
20,00	Felszersatz, Zz, porös, zu Lockerboden zersetzt (U,s*)  (zersetzter Fels)	grau	halbfest bis fest		g 36 18,00 - 18,30	schwach feucht, Bohrung verfüllt mit Sand; Grundwasser nach Bohrende bei 9,70 m

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 24.07.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.4	
Aufschluss: RK 5						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			TA Orhan Mavili			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,09	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	grau		von Hand aufgedigelt	g 51 0,00 - 0,09	Handschachtung (Stemmhämmer)
0,50	anthropogen, A (G, s, u'- u), evtl. umgel. Terrassenablagerungen, Kies, Lavaschlacke, Ziegelbruch (ungebundener Oberbau)	braun	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 52 0,09 - 0,50	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm; kein Bohrfortschritt ab 0,50 m; kein Grundwasser

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 24.07.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.5	
Aufschluss: RK 6 Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			TA Orhan Mavili			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,10	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	grau		von Hand aufgedigelt	g 61 0,00 - 0,10	Handschachtung (Stemmhammer)
0,90	anthropogen, A (G, s, u'- u), Kies, z.T. umgel. Terrassenablagerungen  (Auffüllung)	braun	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 62 0,10 - 0,90	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm; kein Bohrfortschritt ab 0,90 m; kein Grundwasser

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.6	
Name des Auftraggebers: SGD Nord					Aufschluss: KB 7	
Bohrverfahren: KB Datum: 16.08.2023					Projekt-Nr.: 23007Gb	
Durchmesser: 178/146 mm Neigung: 0,00°						
Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: Sarah Mesloh, M.Eng.			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,70	anthropogen, A (G, s, u'), Kiessand, Ziegel-, Beton- u. Keramikbruch, Holzreste (Auffüllung)	braun / grau	mitteldicht		g 71 0,00 - 0,70	schwach feucht, Kernbohrung d= 178/146 mm RKR
2,60	anthropogen, A (G, s+, u', t'), Kies, steinig, Ziegel- / Betonbruch (Auffüllung)	braun / rotbraun	mitteldicht bis dicht		g 72 0,70 - 2,60	schwach feucht
3,20	Gehängelehm, GL, U, t, s, g, (Lehmboden)	braun / beige	halbfest bis fest		g 73 2,60 - 3,20	schwach feucht
3,70	Basalt, Ba, sehr stark verwittert, zu Lockerboden zersetzt (G;s',u',u) (stark verwitterter, zersetzter Basalt)	grau	mitteldicht bis dicht		g 74 3,20 - 3,70	schwach feucht
12,20	Basalt, Ba, entfestigt bis angewittert, dünnbankig - bankig, gute Kornbindung, Mineralhärtegrad 5-6  (angewitterter Basalt)	grau				schwach feucht, Kernbohrung d= 146 mm SKR ab 3,70 m
20,00	Basalt, Ba, angewittert - unverwittert, bankig - dickbankig, dicht, Mineralhärtegrad 6-7 (Basalt)	grau			g 75 13,00 - 13,30 g 76 14,85 - 15,00 g 77 18,00 - 18,35 g 78 19,30 - 19,55	schwach feucht, Bohrung verfüllt mit Sand



Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 07.08.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.7	
Aufschluss: RK 9						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: TA Orhan Mavili						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,07	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	dunkelgrau		von Hand aufgedigelt	g 91 0,00 - 0,07	Handsichtung (Stammhammer)
0,40	anthropogen, A (G, s, u'), sandiger Kies, Basalt, Wurzelreste  (Auffüllung)	beige / braun	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 92 0,07 - 0,40	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm; kein Bohrfortschritt ab 0,40 m; Sondenspitze leer, 5 cm fehlen

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 07.08.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.8	
Aufschluss: RK 11						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: TA Orhan Mavili						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,07	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	dunkelgrau		von Hand aufgedigelt	g 111 0,00 - 0,07	Handschachtung (Stemmhämmer)
0,20	anthropogen, A (G, s), Lavaschlacke, Asphaltreste (ungebundener Oberbau)	grau	mitteldicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 112 0,07 - 0,20	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm
1,20	Hangschutt, Lx (G, s, u), z.T. verlehmt	beige	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren, sehr schwer zu bohren	g 113 0,20 - 1,20	kein Bohrfortschritt ab 1,20 m

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.9	
Name des Auftraggebers: SGD Nord						
Bohrverfahren: RK Datum: 07.08.2023					Aufschluss: RK 12	
Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00°			Projekt-Nr.: 23007Gb			
Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers: TA Orhan Mavili			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,07	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	dunkelgrau		von Hand aufgedigelt	g 121 0,00 - 0,07	Handsichtung (Stammhammer)
1,70	Hochflutlehm, HL, U, t'- t, s'- s, g', Sandstein, Kies (Lehmboden)	beige-braun	steif bis halbfest	normal zu bohren, schwer zu bohren	g 122 0,07 - 1,00 g 123 1,00 - 1,70	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm
1,90	Hangschutt, Lx (G, s, u), z.T. verlehmt	beige / braun	mitteldicht bis dicht	sehr schwer zu bohren	g 124 1,70 - 1,90	kein Bohrfortschritt ab 1,90 m

Name des Unternehmens: GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH Name des Auftraggebers: SGD Nord Bohrverfahren: RK Datum: 07.08.2023 Durchmesser: 60 mm Neigung: 0,00° Projektbezeichnung: Calvarienberg in Bad Neuenahr-Ahrw.			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Anlage: 1.10	
Aufschluss: RK 14						
Projekt-Nr.: 23007Gb						
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			TA Orhan Mavili			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis  [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw. - Bodengruppe nach DIN 18196	Beschreibung des Bohrfortschrittes  - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ - Freie-Nummer - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,07	anthropogen, Asphalt, (gebundener Oberbau)	dunkelgrau		von Hand aufgedigelt	g 141 0,00 - 0,07	Handschachtung (Stemmhammer)
1,90	Hochflutlehm, HL, U, t'- t, s'- s, g'- g, Sandstein, Kies (Lehmboden)	beige - braun	steif bis halbfest	normal zu bohren, schwer zu bohren	g 142 0,07 - 1,00 g 143 1,00 - 1,90	Kleinrammkernbohrung d= 60 mm
2,10	Hangschutt, Lx (Kies, schwach sandig), Tonstein, Basalt (Steinerde)	grau	mitteldicht bis dicht	sehr schwer zu bohren	g 144 1,90 - 2,10	kein Bohrfortschritt ab 2,10 m



## Wassergehalte

durch **Ofentrocknung** nach DIN EN ISO 17892-1

Bauvorhaben: **Calvarienberg**

**Bad Neuenahr-Ahrweiler**

Ausgef. durch: We.

Datum: 11.01.2023

Projekt-Nr.: 23007Gb

Entnahmestelle: s.u.

Tiefe: s.u.

Art der Entnahme: gestört

Ent.am: 07.08.23 durch: GTM

Probenbez.:	2/1	3/3	3/4	3/5	7/2
Tiefe : [m]	0,0 - 1,1	2,6 - 6,0	6,0 - 10,5	10,5 - 12,0	0,7 - 2,6
Behälter - Nr.:	70	5	35	93	x
Behälter: [g]	34,6	33,4	33,7	33,3	32,2
Probe+Behälter, feucht: [g]	933,3	1248,7	953,5	621,7	1084,4
Probe+Behälter, trocken: [g]	885,0	1137,3	848,6	563,2	999,1
m <sub>w</sub> : [g]	48,30	111,40	104,90	58,50	85,30
m <sub>d</sub> : [g]	850,40	1.103,90	814,90	529,90	966,90
Wassergehalt: [%]	5,68	10,09	12,87	11,04	8,82
Probenbez.:	7/3	11/3	14/3	3/6	
Tiefe : [m]	2,6 - 3,2	0,2 - 1,2	1,0 - 1,9	18,0 - 18,1	
Behälter - Nr.:	100	80	6	2	
Behälter: [g]	34,4	31,6	31,6	28,0	
Probe+Behälter, feucht: [g]	379,5	377,0	241,9	824,5	
Probe+Behälter, trocken: [g]	319,6	341,5	208,3	629,7	
m <sub>w</sub> : [g]	59,90	35,50	33,60	194,80	
m <sub>d</sub> : [g]	285,20	309,90	176,70	601,70	
Wassergehalt: [%]	21,00	11,46	19,02	32,37	

**Bemerkungen:** Das Glas der Probe 2/1 aus RK 2 war durch den Transport zum bodenmechanischen Labor der GUG aus Simmern leider zerbrochen. Daher war die Probe etwas ausgetrocknet.



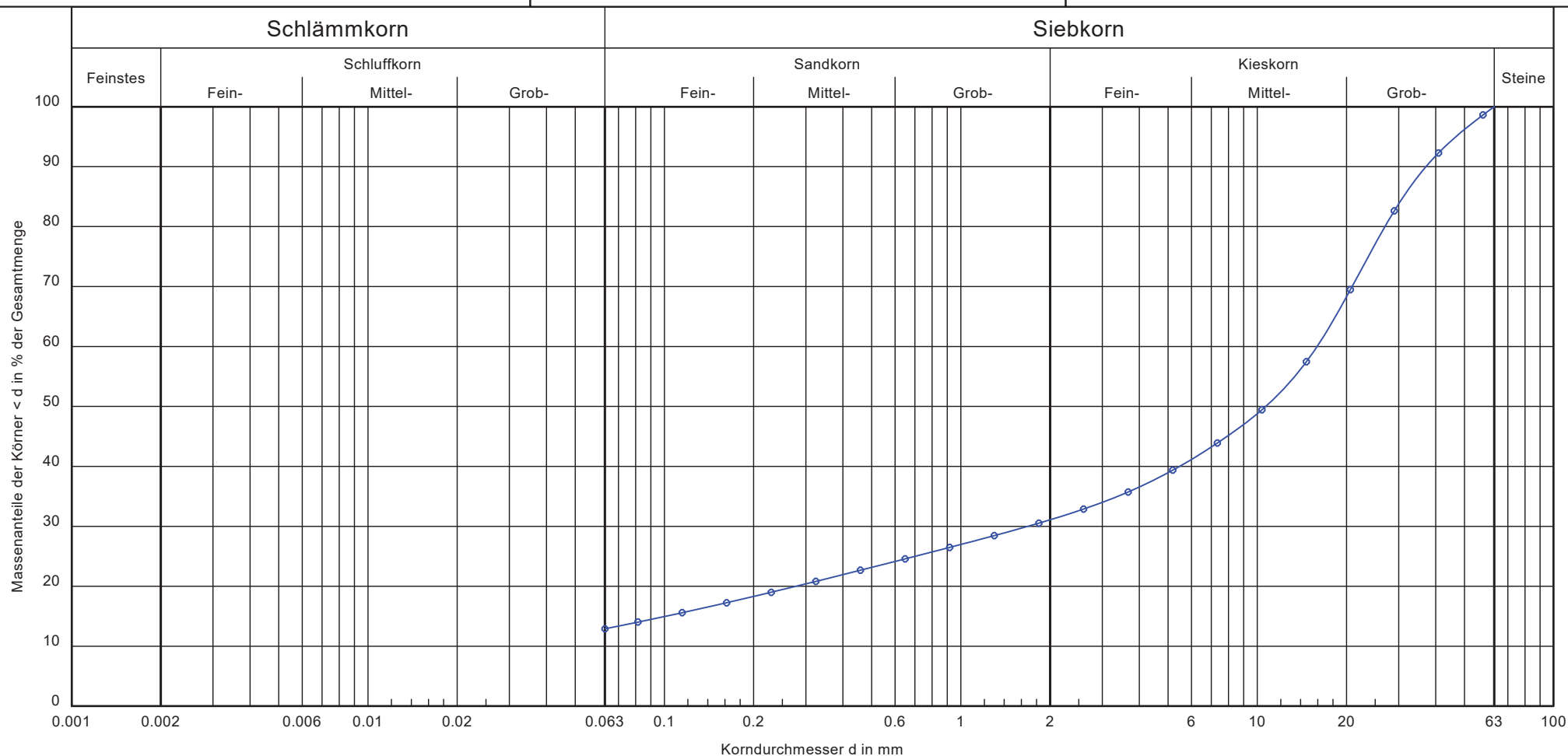
Körnungslinie  
Calvarienberg  
Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	2/1	Bemerkungen: Siebanalyse nach Nassabtrennung des Feinkorns Siebeinwaage 850 g Wassergehalt: 5,7 %	Anlage 2.2.1
Bodenart:	G, s, u'		
Bodengruppe	GU		
Tiefe	0,0 - 1,1 m		
Entnahmestelle	RK 2		
d10/d60 mm	- / 15.9115		
U/Cc	-/-		
T/U/S/G [%]:	- /12.9/18.2/68.9		



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

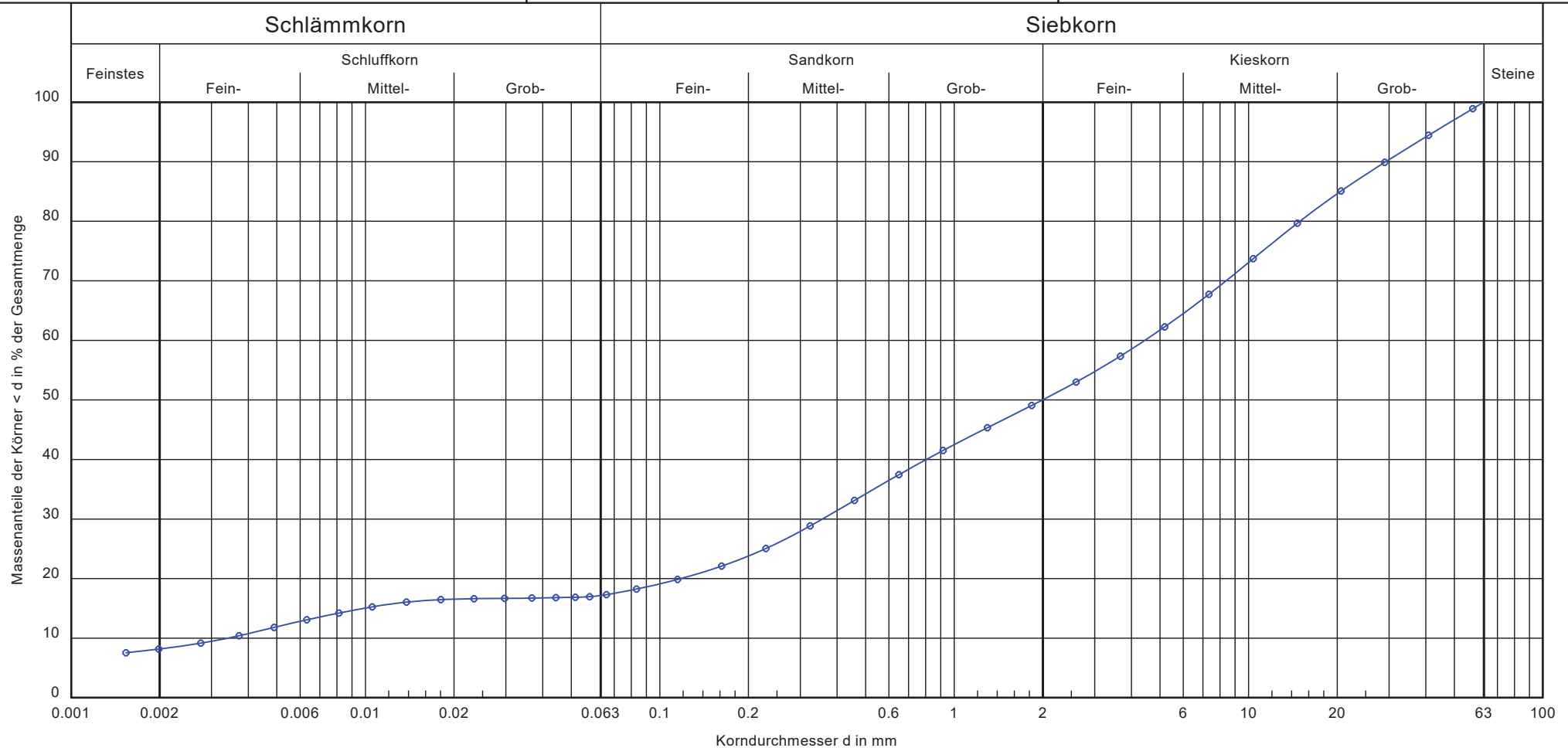
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	7/2	Bemerkungen: kombinierte Sieb- Schlämmanalyse  Siebeinwaage 967 g Wassergehalt: 8,8 %	Anlage 2.2.2
Bodenart:	G, $\bar{s}$ , $u'$ , $t'$		
Bodengruppe	GU*		
Tiefe	0,7 - 2,6 m		
Entnahmestelle	KB 7		
d10/d60 mm	0.0034 / 4.4470		
U/Cc	1307.4/8.4		
T/U/S/G [%]:	8.2/9.0/32.9/50.0		



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

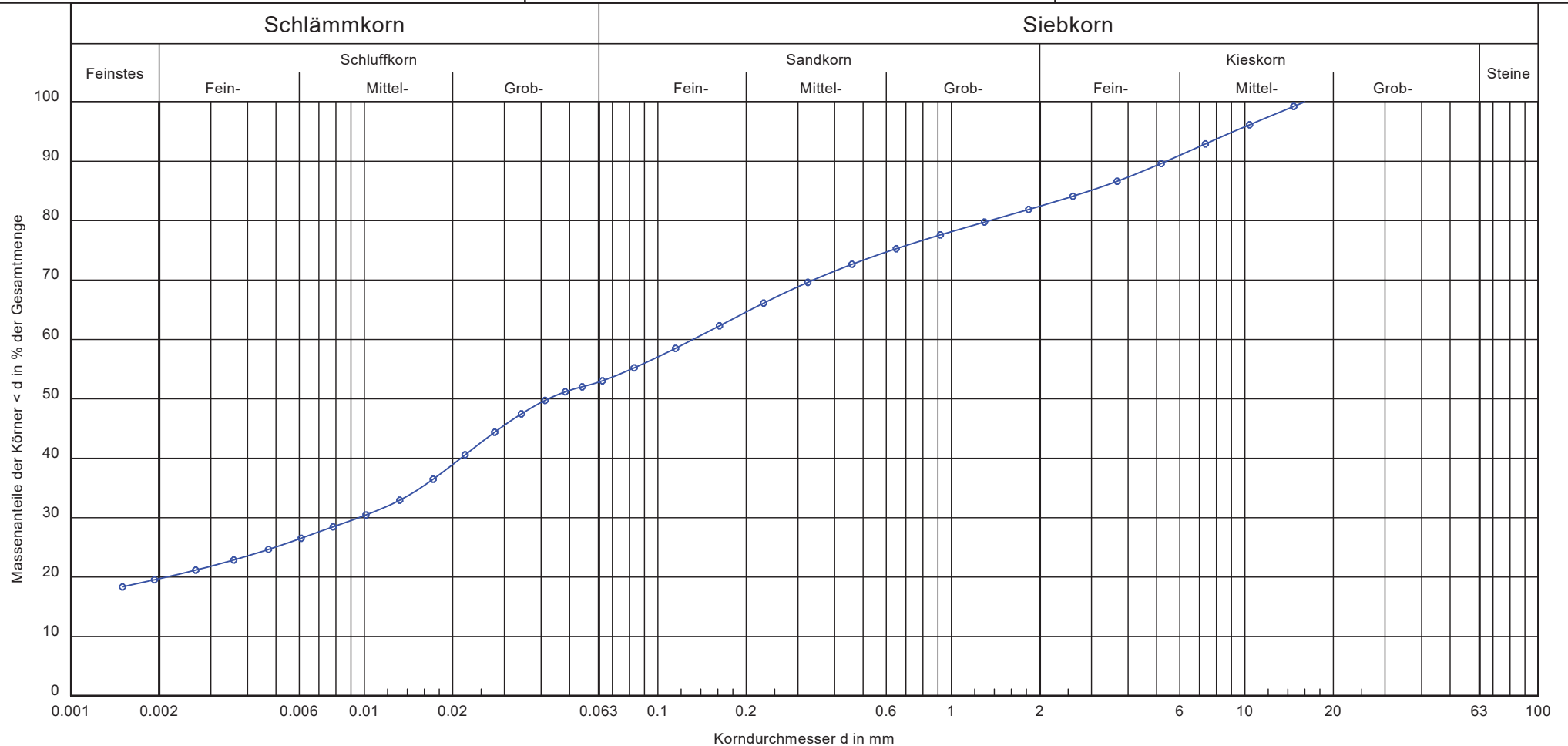
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	14/3	Bemerkungen: kombinierte Sieb- Schlämmanalyse  Siebeinwaage 177 g Wassergehalt: 19 %	Anlage 2.2.3
Bodenart:	U, s, t, g		
Bodengruppe	UM, TM		
Tiefe	1,0 - 1,9 m		
Entnahmestelle	RK 14		
d10/d60 mm	- / 0.1319		
U/Cc	-/-		
T/U/S/G [%]:	19.7/33.1/29.6/17.6		



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

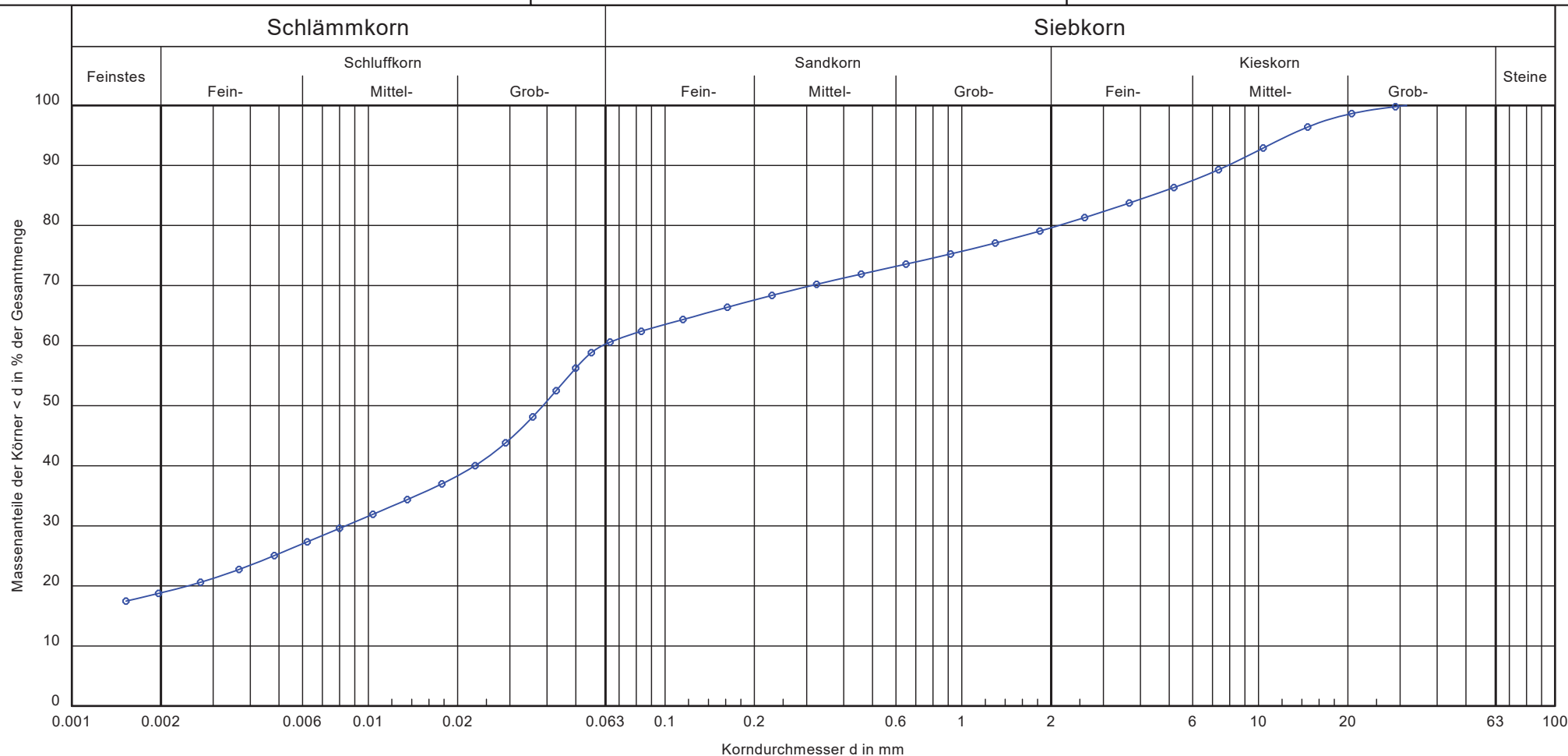
Calvarienberg  
Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	7/3
Bodenart:	U, s, g, t
Bodengruppe	UA, TA
Tiefe	2,6 - 3,2 m
Entnahmestelle	KB 7
d10/d60 mm	- / 0.0615
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	18.9/41.4/19.4/20.4

Bemerkungen:  
kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Siebeinwaage 285 g  
Wassergehalt: 21 %

Anlage 2.2.4



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

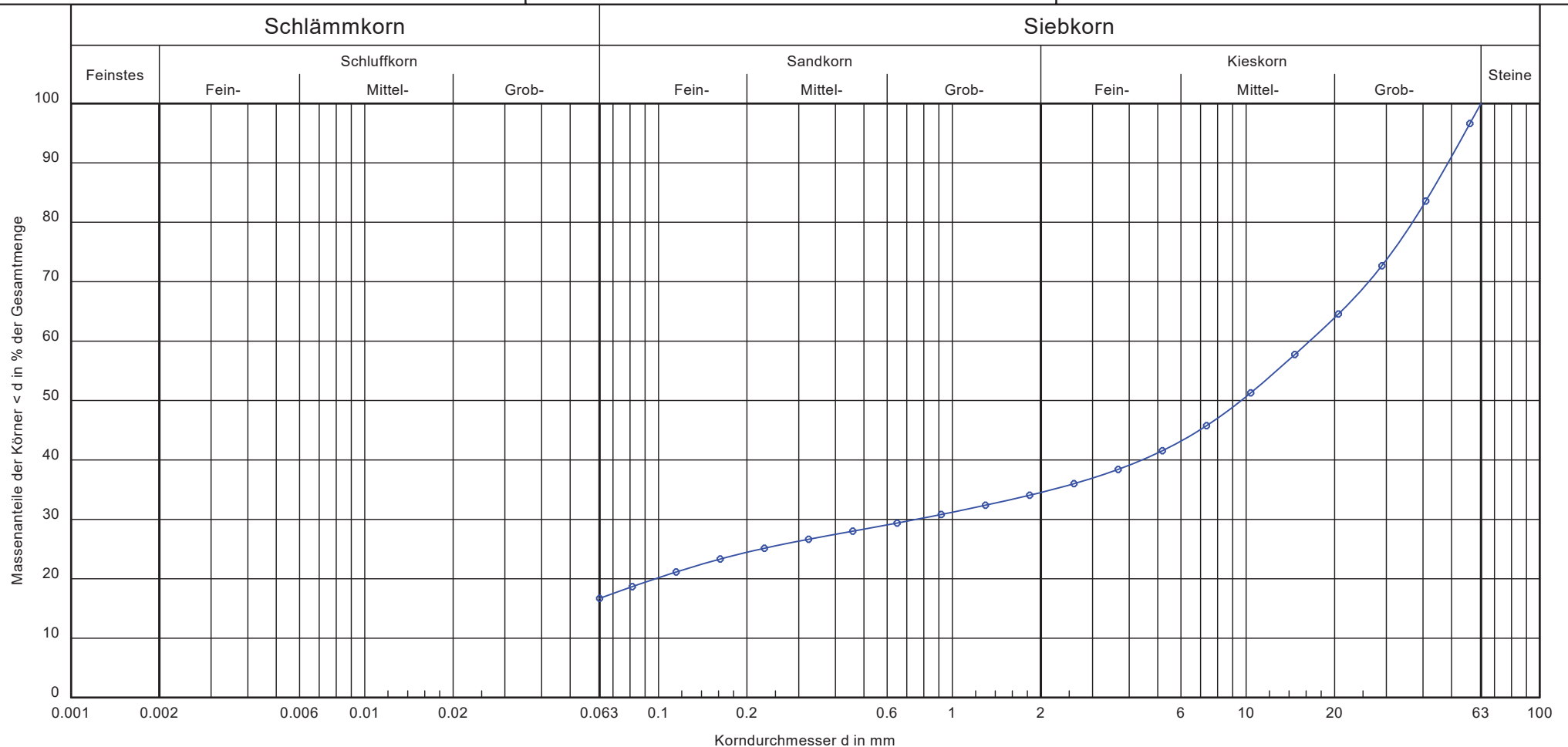
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	11/3	Bemerkungen: Siebanalyse nach Nassabtrennung des Feinkorns Siebeinwaage 310 g Wassergehalt: 11,5 %	Anlage 2.2.5
Bodenart:	G, s, u		
Bodengruppe	GU*		
Tiefe	0,2 - 1,2 m		
Entnahmestelle	RK 11		
d10/d60 mm	- / 16.4392		
U/Cc	-/-		
T/U/S/G [%]:	- /16.7/17.8/65.5		





Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

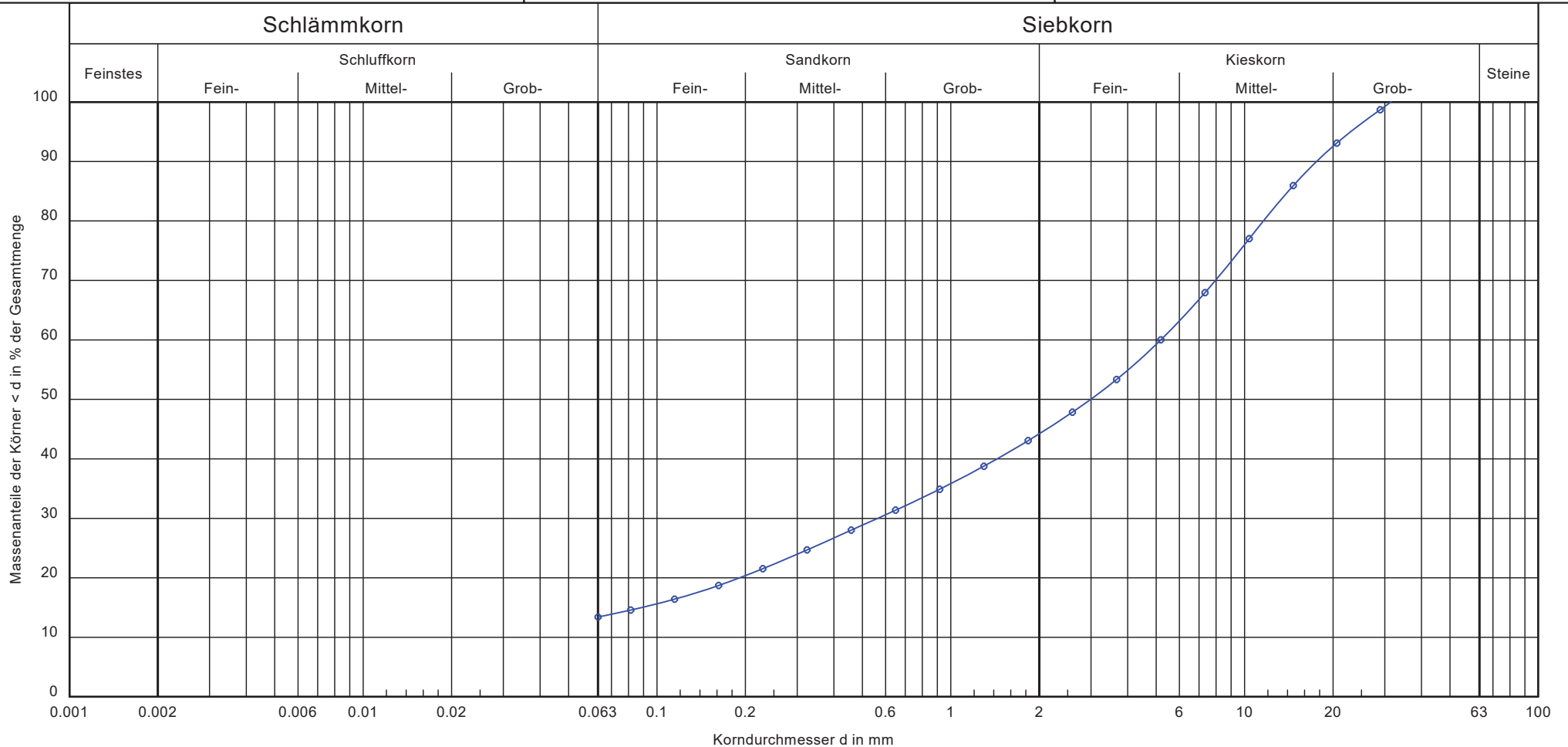
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	3/3	Bemerkungen: Siebanalyse nach Nassabtrennung des Feinkorns Siebeinwaage 1,1 kg Wassergehalt: 10,1 %	Anlage 2.2.6
Bodenart:	G, S, u'		
Bodengruppe	GU		
Tiefe	2,6 - 6,0 m		
Entnahmestelle	KB 3		
d10/d60 mm	- / 5.1847		
U/Cc	-/-		
T/U/S/G [%]:	- /13.4/30.8/55.8		



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

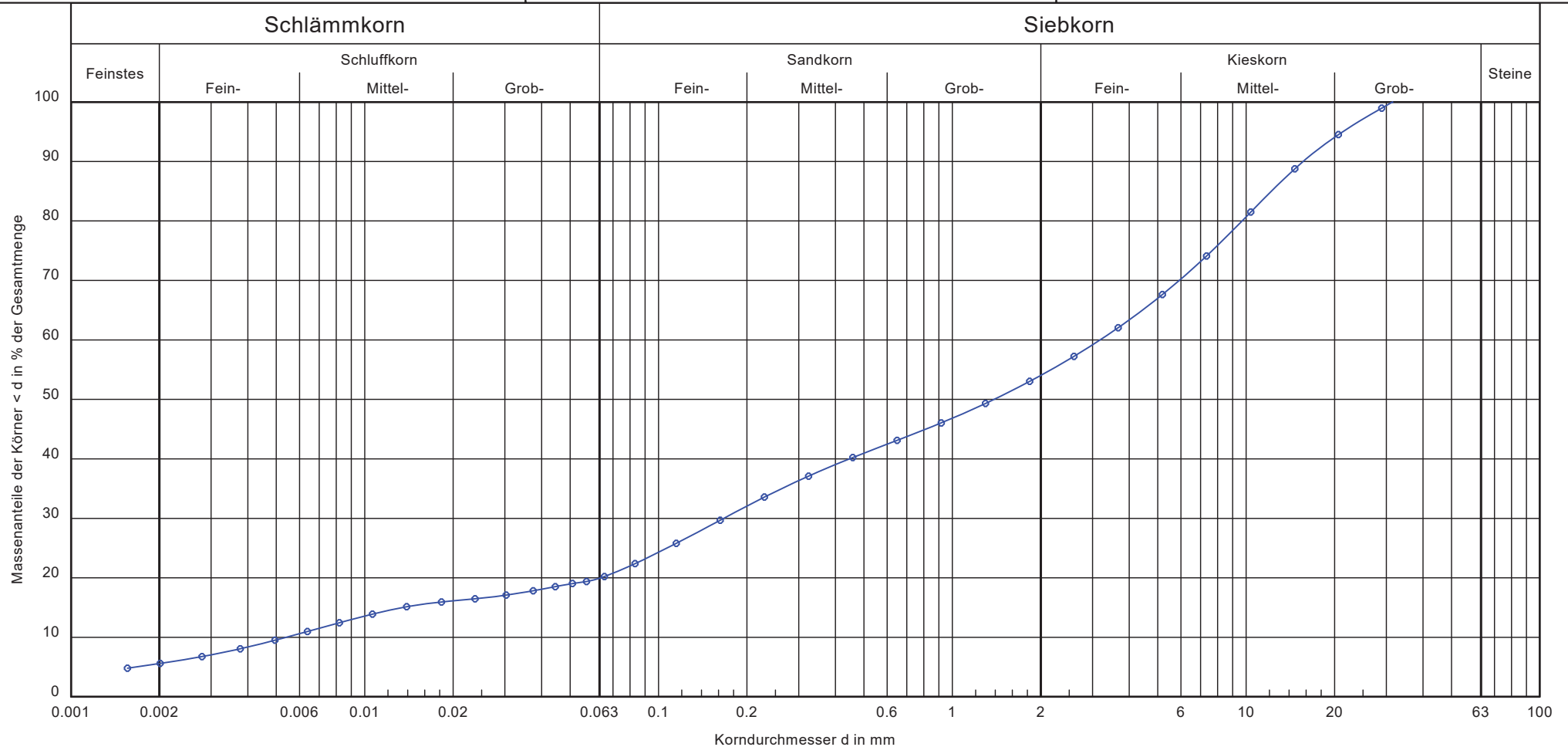
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	3/4
Bodenart:	G, s, u', t'
Bodengruppe	GU*
Tiefe	6,0 - 10,5 m
Entnahmestelle	KB 3
d10/d60 mm	0.0054 / 3.1842
U/Cc	590.8/1.6
T/U/S/G [%]:	5.6/14.3/34.1/46.0

Bemerkungen:  
kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Siebeinwaage 815 g  
Wassergehalt: 12,9 %

Anlage 2.2.7



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

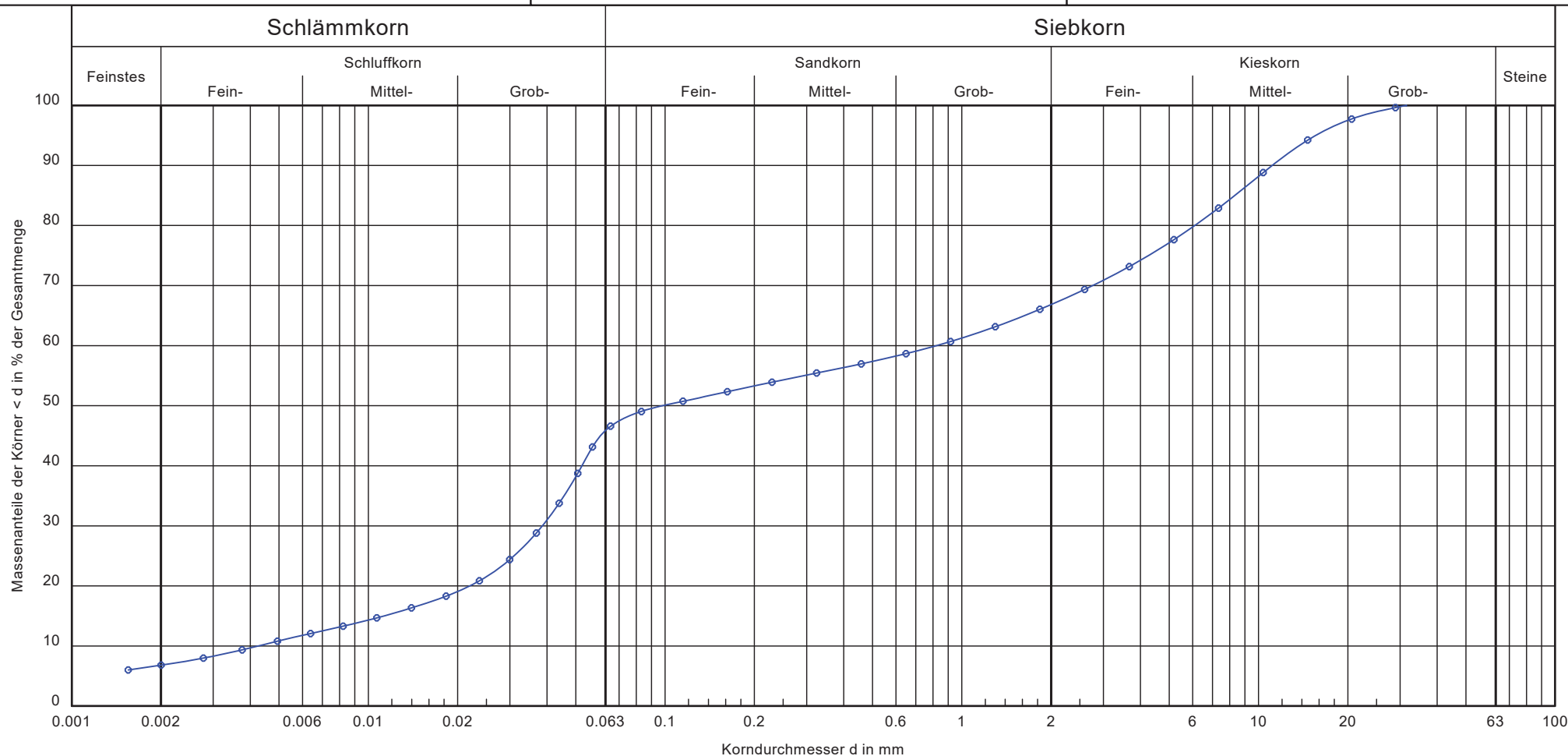
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:

3/5

Bodenart:

U,  $\bar{g}$ , s, t'

Bodengruppe

TL

Tiefe

10,5 - 12,0 m

Entnahmestelle

KB 3

d<sub>10</sub>/d<sub>60</sub> mm

0.0042 / 0.8213

U/Cc

193.5/0.4

T/U/S/G [%]:

6.8/39.1/20.9/33.2

Bemerkungen:

kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Siebeinwaage 530 g

Wassergehalt: 11 %

Anlage 2.2.8



Datum: 07.09.2023

# Körnungslinie

## Calvarienberg

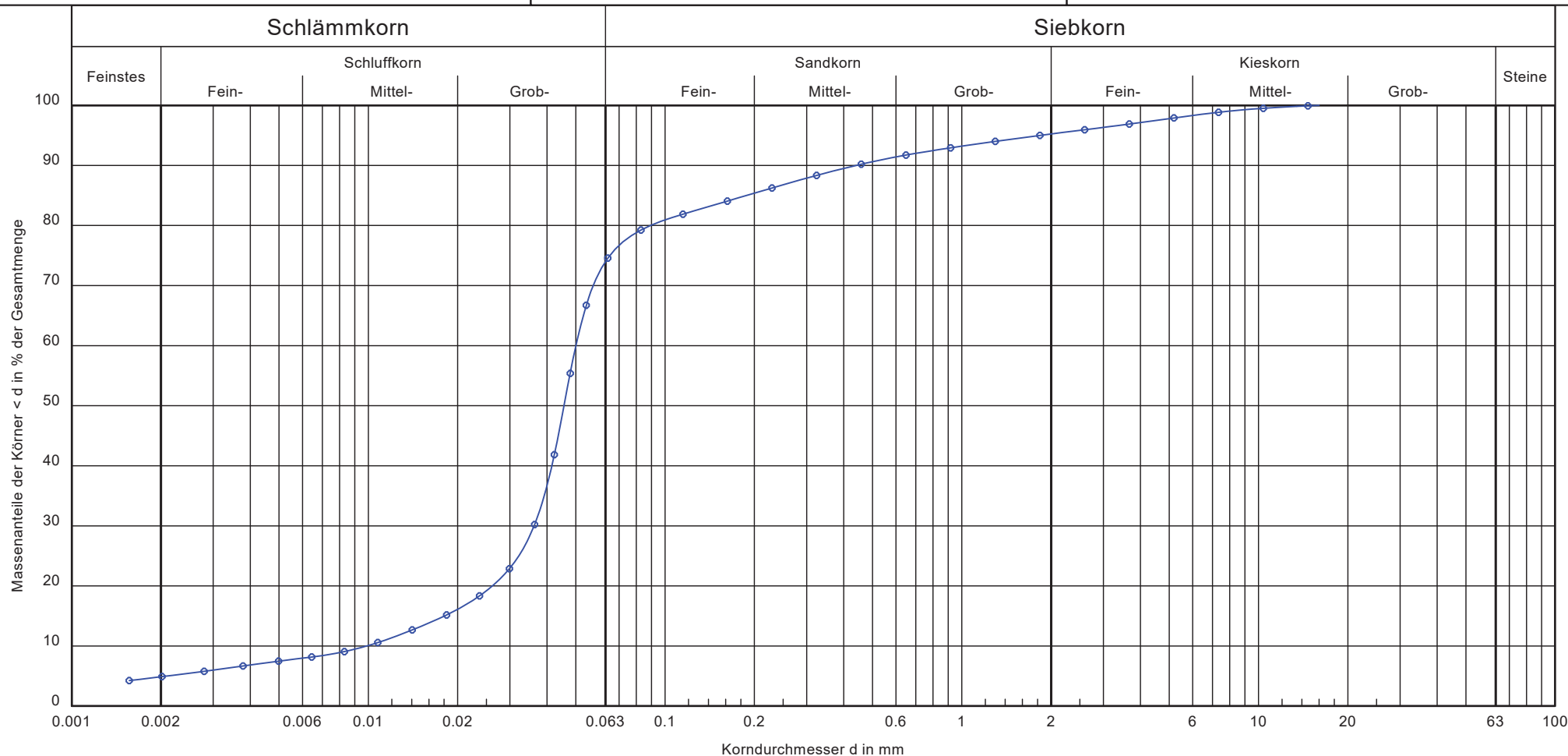
### Bad Neuenahr-Ahrweiler

Projekt-Nr.: 23007Gb

Probe entnommen am: 07.08.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	3/6
Bodenart:	U, $\bar{s}$
Bodengruppe	UA, OT
Tiefe	18,0 - 18,1 m
Entnahmestelle	KB 3
d <sub>10</sub> /d <sub>60</sub> mm	0.0099 / 0.0501
U/C <sub>c</sub>	5.1/2.6
T/U/S/G [%]:	4.9/69.1/21.3/4.8

Bemerkungen:  
kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Siebeinwaage 602 g  
Wassergehalt: 32,4 %

Anlage 2.2.9



# Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Calvarienberg

Bad Neuenahr-Ahrweiler

Bearbeiter: Wedel

Datum: 14.09.2023

Projekt-Nr.: 23007Gb

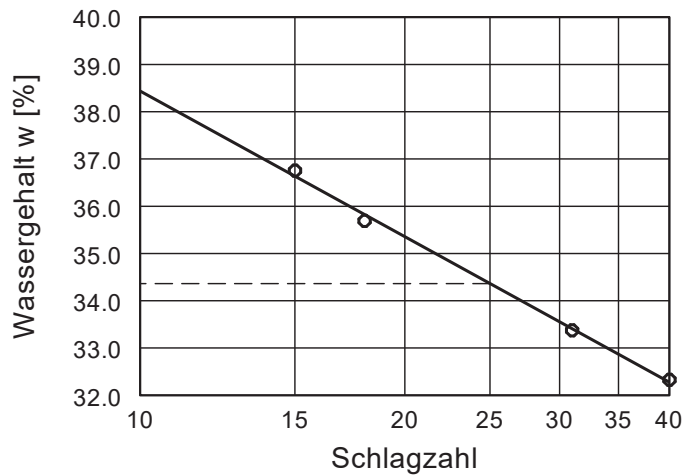
Probenbezeichnung: KB 3/5

Entnahmestelle: KB 5

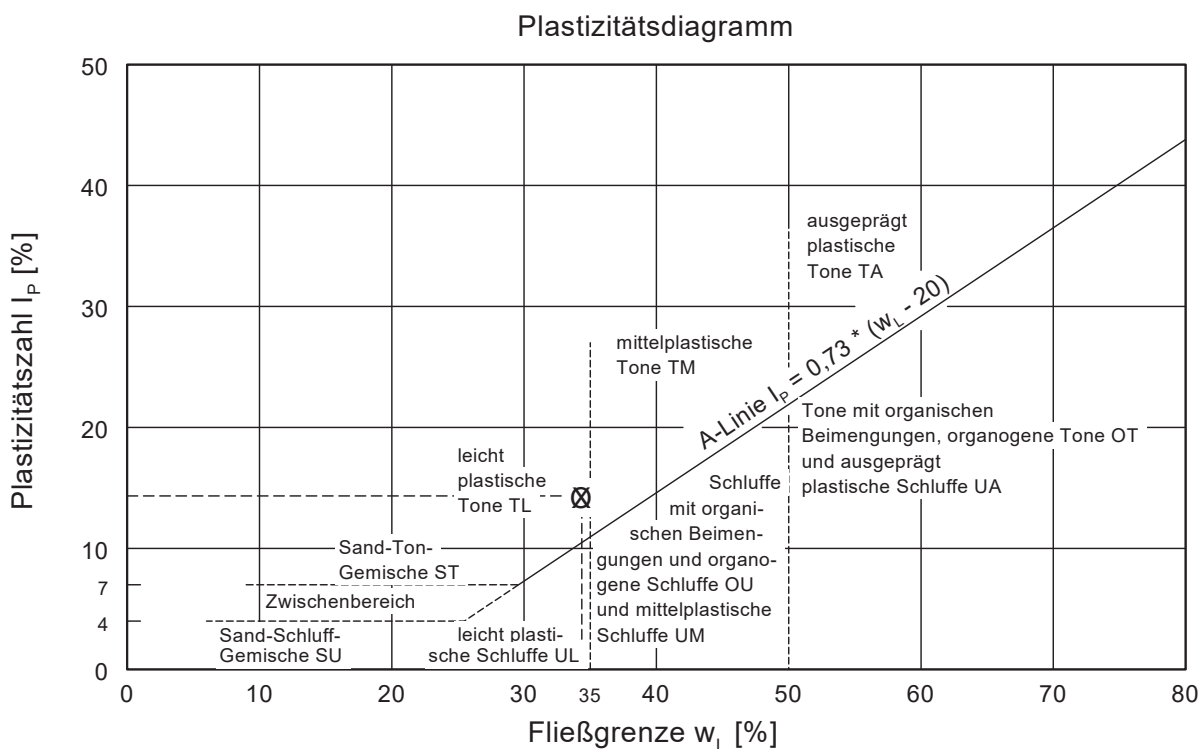
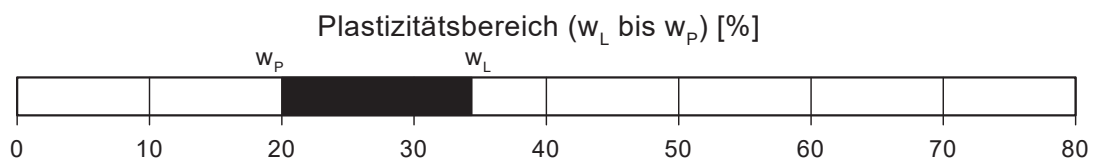
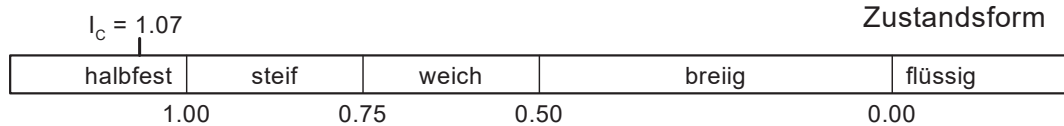
Tiefe: 10,5 - 12,0 m

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 07.08.2023



Wassergehalt  $w = 11.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 34.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 20.0 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 14.4 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.07$   
 Anteil Überkorn  $\ddot{u} = 64.0 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_U = 6.5 \%$   
 Korr. Wassergehalt  $= 19.1 \%$





# Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Calvarienberg

Bad Neuenahr-Ahrweiler

Bearbeiter: Wedel

Datum: 13.09.2023

Projekt-Nr.: 23007Gb

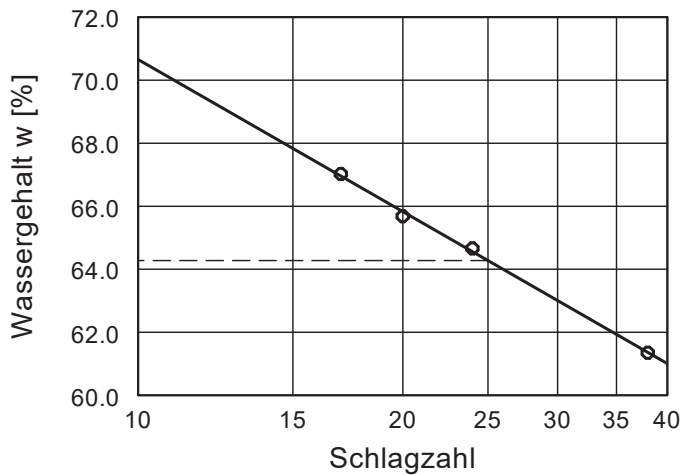
Probenbezeichnung: KB 3/6

Entnahmestelle: KB 3

Tiefe: 18,0 - 18;1 m

Art der Entnahme: gestört

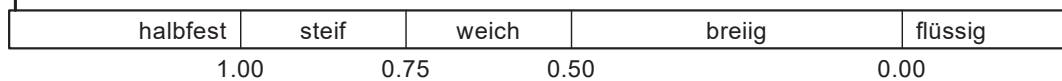
Probe entnommen am: 07.08.2023



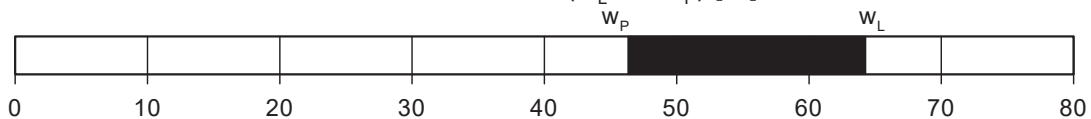
Wassergehalt  $w = 32.4 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 64.3 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 46.3 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 18.0 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.34$   
 Anteil Überkorn  $\ddot{u} = 45.1 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\ddot{u}} = 22.8 \%$   
 Korr. Wassergehalt  $= 40.2 \%$

$I_c = 1.34$

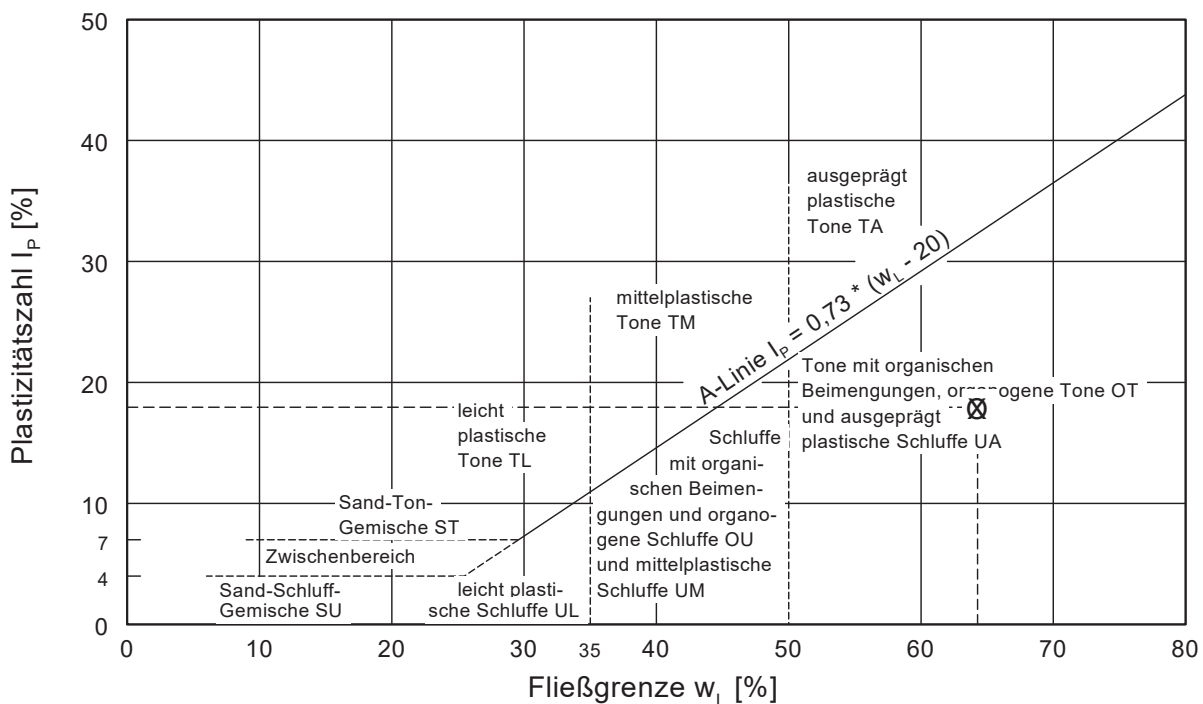
Zustandsform



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



Plastizitätsdiagramm





## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

## Calvarienberg

## Bad Neuenahr-Ahrweiler

Bearbeiter: Wedel

Datum: 13.09.2023

Projekt-Nr.: 23007Gb

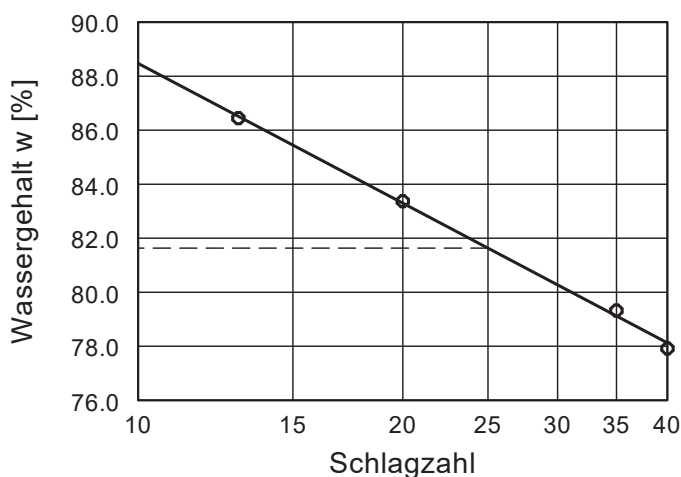
Probenbezeichnung: KB 7/3

Entnahmestelle: KB 7

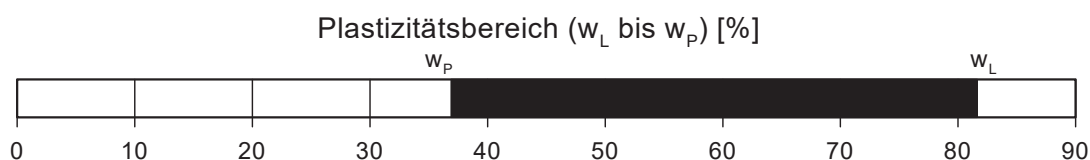
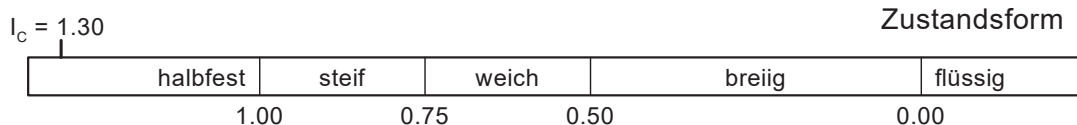
Tiefe: 2,6 - 3,2 m

Art der Entnahme: gestört

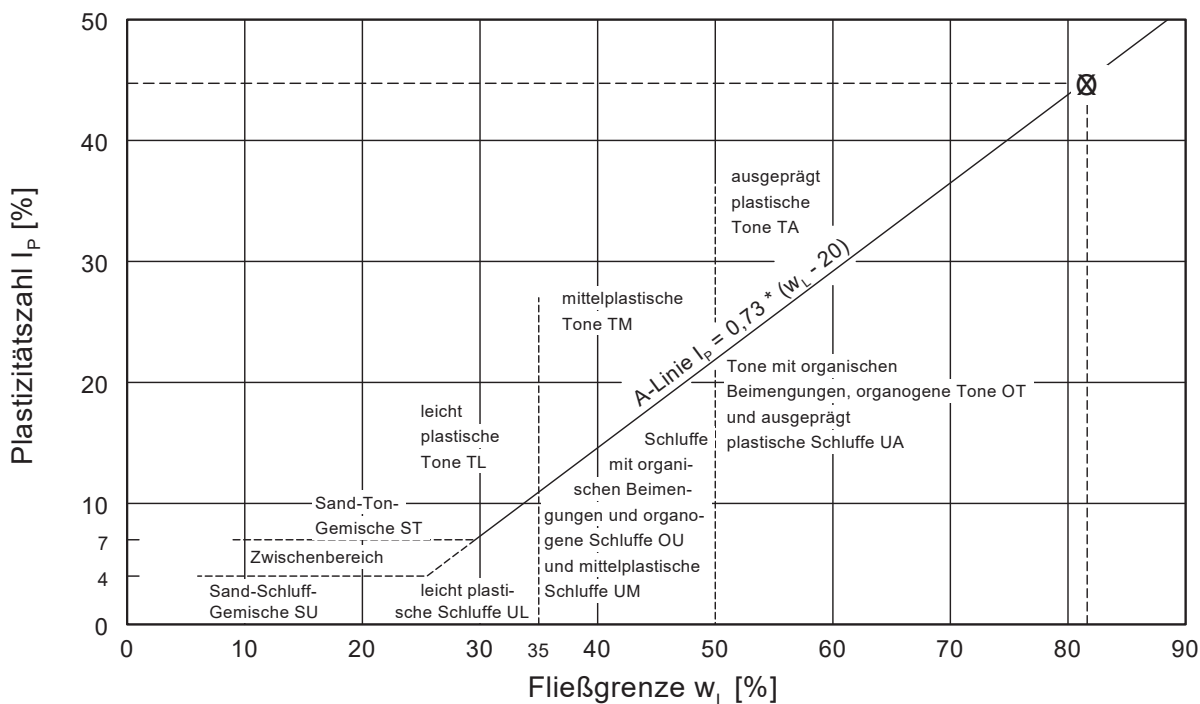
Probe entnommen am: 07.08.2023



Wassergehalt $w$ =	21.0 %
Fließgrenze $w_L$ =	81.6 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	36.9 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	44.7 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	1.30
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	31.1 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	15.5 %
Korr. Wassergehalt =	23.5 %



## Plastizitätsdiagramm





## ENSLIN-Versuch

nach DIN 18132 - A

Bauvorhaben: **Calvarienberg**  
**Bad Neuenahr-Ahrweiler**

Ausgef. durch: CB. Datum: 12.01.2023

Projekt-Nr.: 23007Gb

Entnahmestelle: s. unten

Tiefe: s. unten

Entnahmeart: gestört

Ent. am: 07.08.2023 durch: GTM

Probe Nr.:	RK 14/3	
Tiefe:	1,0 - 1,9 m	
$w_n$ [%]	19,02	
1. Abl.:	0,805	0,802
2. Abl.:	0,142	0,151
$W_A$	0,663	0,651
$W_A$ [%]	65,7	
$w_{bg} = w_n / W_A$ [%]	28,95	

Wasseraufnahme- vermögen $W_A$ [%]	Bodengruppe DIN 18196
< 40	SE, SU, SU*, ST, ST*
40 bis 60	UL, TL
60 bis 85	UM, TM
85 bis 130	TA
> 130	TA

Wasserbindegrad $w_{bg}$ [%]	Konsistenz- zahl $I_c$	Konsistenz DIN 4022-1
< 20	> 1,0	halbfest - fest
20 bis 40	1,0 bis 0,8	steif
40 bis 50	0,8 bis 0,7	steif - weich
50 bis 60	< 0,7 bis < 0,5	weich - breiig

## Versuchsergebnisse

Probe	Bodengruppe	Wasserbindegrad $w_{bg}$	Konsistenz
RK 14/3	UM, TM	28,9 %	steif

Bemerkungen

<b>BERICHT</b> über die PRÜFUNG und BEURTEILUNG von betonangreifendes Wasser (Referenzverfahren)		Probenahme und Wasseranalyse nach DIN 4030 Teil 2, Abschnitt 5.2		
<b>1. ALLGEMEINE ANGABEN</b>				
Auftraggeber: <i>SGD Nord</i>		Auftrag-Nr.: <i>S. 23007 Gra-SME (geot. Bericht)</i>		
Bauvorhaben: <i>Wiederaufbau Ahrensby</i>		Proben-Nr.: <i>GW 171</i>		
Art des Wassers: <i>Grundwasser</i> (z.B. Grund-, Oberflächen- und Sickerwasser)		Bezeichnung des Wassers: <i>Grundwasser</i>		
Entnahmestelle: <i>Kernbohrung KB3</i> (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Grundwasser)		Entnahmetiefe: <i>10,0 m unter GOK</i>		
Temperatur des Wassers: <i>22,4</i> °C	Entnahmezeit: <i>13:30</i> Uhr, Entnahmedatum: <i>08.08.2023</i>			
<b>2. ERWEITERTE ANGABEN</b>				
Fließrichtung: <i>Walpersheim → Bad Neuenahr</i>		Fließgeschwindigkeit: <i>—</i>		m/s
Höhe des Wasserspiegels: <i>ca. 99,3</i> m		Hydrostatischer Druck: <i>—</i>		mb
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald usw.): <i>Landwirtschaftl. Fläche</i>				
<i>08.08.2023</i> <i>Bad Neuenahr-Ahrweiler</i> <i>i.v. Hentel</i> Ort, Datum Probennehmer				
<b>3. WASSERANALYSE</b>		<b>4. GRENZWERTE ZUR BEURTEILUNG NACH DIN 4030 Teil 1<sup>1)</sup></b>		
Probeneingang:	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen	<i>ohne</i>	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	<i>ohne</i>	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	<i>ohne</i>	-	-	-
pH-Wert	<i>7,8</i>	6,5 bis 5,5	5,5 bis 4,5	≤ 4,5
Leitwert	<i>7,8</i> µS	-	-	-
Härte	<i>25,2</i> °dH	-	-	-
Hydrocarbonathärte	<i>25,2</i> °dH	-	-	-
Nichtcarbonathärte	<i>25,2</i> °dH	-	-	-
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	<i>25,2</i> mg/l	300 bis 1000	1000 bis 3000	≥ 3000 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<i>25,2</i> mg/l	15 bis 30	30 bis 60	≥ 60 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	<i>25,2</i> mg/l	200 bis 600	600 bis 3000	≥ 3000 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	<i>25,2</i> mg/l	-	-	-
CO <sub>2</sub> (kalk.) (CO <sub>2</sub> )	<i>25,2</i> mg/l	15 bis 40	40 bis 100	≥ 100 mg/l
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	<i>25,2</i> mg/l	-	-	-
1) Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).				
<b>5) BEURTEILUNG</b>				
Das Wasser ist <input checked="" type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> sehr stark betonangreifend.				
<i>13.08.23</i> <i>Bad Neuenahr-Ahrweiler</i> (Ort, Datum)		<i>i.v. Hentel</i> (Sachbearbeiter)		(Untersuchungsstelle)

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

**Geotechnik Mittelrhein GmbH**  
**Kärlicher Straße 6**  
**56575 Weißenthurm**  
**Deutschland**

## Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	<b>AR-777-2023-045894-01</b>
Ihre Auftragsreferenz	<b>23007Ga, Bad Neuenahr-Ahrweiler</b>
Bestellbeschreibung	<b>Hangrutsch "Calvarienberg"</b>
Auftragsnummer	<b>777-2023-045894</b>
Anzahl Proben	<b>1</b>
Probenart	<b>Grundwasser</b>
Probenahmezeitraum	<b>09.08.2023</b>
Probeneingang	<b>31.08.2023</b>
Prüfzeitraum	<b>01.09.2023 - 13.09.2023</b>

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

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

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

Dr. Mike Jansen  
 Prüfleitung  
 +49 162 2049335

Digital signiert, 13.09.2023

Dr. Mike Jansen

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		GWM 1 (Flaschen: 1/1, 1/2, 1/3)
			Probenahmedatum		09.08.2023
Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	777-2023-00134210

### Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			ohne
Trübung (qualitativ)		qualitativ			ohne
Geruch (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
Geruch, angesäuert (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,8
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	26,3

### Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	3,0
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	26,3
Säurekapazität nach CaCO <sub>3</sub> -Zugabe	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	3,0
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-1): 2005-12	0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	26,3
Kalkaggressives Kohlendioxid		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5	mg/l	< 5
Hydrogencarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971	3	mg CaO/l	85
Nichtcarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971		mg CaO/l	11

### Anorganische Summenparameter aus der filtrierten Probe

Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mmol/l	1,70
Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,1	mg CaO/l	95,2

### Anionen

Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> )	L8	DEV D 8: 1971	0,1	mmol/l	3,0
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1	mg/l	39
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1	mg/l	25
Sulfid, leicht freisetzbar <sup>1)</sup>	F5	DIN 38405-27 (D27): 2017-10	0,04	mg/l	< 0,04

### Kationen

Ammonium	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	1,7
Ammonium-Stickstoff	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	1,3

### Elemente aus der filtrierten Probe

Calcium (Ca)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	31,4
Magnesium (Mg)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	22,2

			Probenreferenz		GWM 1 (Flaschen: 1/1, 1/2, 1/3)
			Probenahmedatum		09.08.2023
Parametername	Akk.	Methode	BG	Einheit	777-2023-00134210

#### Organische Summenparameter

Permanganat-Verbrauch [KMnO <sub>4</sub> ]	<sup>1)</sup> F5	DIN EN ISO 8467: 1995-05	2	mg KMnO <sub>4</sub> /l	3,9
---	------------------	--------------------------	---	-------------------------	-----

#### Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00134210	Grundwasser	GWM 1 (Flaschen: 1/1, 1/2, 1/3)		31.08.2023

#### Akkreditierung

<sup>1)</sup> Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akk.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 (Scope on <a href="https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14081-01-00.pdf">https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14081-01-00.pdf</a> )
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 (Scope on <a href="https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14078-01-00.pdf">https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14078-01-00.pdf</a> )

#### Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.  
Angaben zur durchgeführte(n) Probenahme(n), sofern von Eurofins durchgeführt, siehe Probenahmeprotokoll(e).



## Prüfbericht

Prüfzeichen: **6-99/1647/23**

Auftraggeber: **GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH  
Kärlicher Straße 6**

**56575 Weißenthurm**

Auftragsgegenstand: **Bestimmung einaxialen Druckfestigkeit  
und der Punktlast**

Projekt: **23007Ga  
Bad Neuenahr – Ahrweiler, Calvarienberg**

Datum des Auftrages: **06.09.2023**

Datum der Ausfertigung: **06.11.2023**

Textseiten: **12**

Anlagen: **2.6**

✉ **Hauptverwaltung**  
Sandkauler Weg 1  
D-56564 Neuwied  
☎ +49 (0) 2631 / 3993-0  
Fax: +49 (0) 2631 / 3993-40  
Internet [www.mpva.de](http://www.mpva.de)  
E-Mail [info@mpva.de](mailto:info@mpva.de)

**Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß**  
von der Industrie- und Handels-  
kammer zu Koblenz ö. b. u. v.  
Sachverständiger für „Analyse  
zementgebundener Baustoffe“  
☎ +49 (0) 2631 / 3993-23  
E-Mail [Vooss@mpva.de](mailto:Vooss@mpva.de)

**Dipl.-Min Henning Rohowski**  
von der Industrie- und Handels-  
kammer zu Koblenz ö. b. u. v.  
Sachverständiger für „Naturstein,  
einschl. Dachschiefer“  
☎ +49 (0) 2631 / 3993-25  
E-Mail [Rohowski@mpva.de](mailto:Rohowski@mpva.de)

**Dr. rer. nat. Petra Arens**  
von der Industrie- und Handels-  
kammer zu Koblenz ö. b. u. v.  
Sachverständige für „Putze und  
Mörtel“  
☎ +49 (0) 26 31 / 39 93-31  
E-Mail [Arens@mpva.de](mailto:Arens@mpva.de)

## 1 AUFTRAGSGEGENSTAND

Am 06.09.2023 wurden zwei Bohrkern mit einem Durchmesser von ca. 100 mm und einer Höhe von etwa 15 bzw. 30 cm, sowie drei Handstücke seitens des Auftraggebers in die MPVA Neuwied GmbH eingeliefert (Probenzeichnung in Tabelle 1). Augenscheinlich handelt es sich bei dem Naturstein um einen Basalt. Es ist keine Schichtung erkennbar. Im nachfolgenden Bild sind die eingereichten Bohrkern und Handstücke dargestellt.

**Bild 1: Probenübersicht**



Aus den eingereichten Bohrkernen wurden je drei Prüfbohrkerne mit einem Durchmesser von 50 mm im Nassbohrverfahren herausgearbeitet. Je Bohrkern erfolgte an einem der Prüfkörper die Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18 136: 2003-11 und der DGGT - AK 3.3 - Empfehlung Nr.1 "Einaxiale Druckversuche an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern". An den beiden anderen Prüfkörpern je Bohrkern, sowie an insgesamt 8 Teilstücken der Handstücke erfolgte die Bestimmung der Punktlast nach der DGGT - AK 3.3 - Empfehlung Nr.5 "Punktlastversuche an Gesteinsproben". Bei den eingereichten Handstücken war aufgrund der vorhandenen Konizität eine zentrische Lasteinleitung nicht möglich. Um die zentrische Lasteinleitung zu ermöglichen, wurden die Handstücke durch einen Trennschnitt etwa mittig geteilt. Im Anschluss erfolgte die Lasteinleitung über die Schnittflächen und die gegenüberliegende Seite.

**Tabelle 1: Probenerfassung und Prüfplan**

Proben- bezeichnung	Einaxiale Druckfestigkeit	Bestimmung der Punktlast
BK 7 13,0-13,3m	X	Bk-7-13,00m liegend Bk-7-13,00m stehend
BK 7 14,85-15,0m		Bk-7-14,85m liegend Bk-7-14,85m stehend
B 1.1		B-1-1-1
B 1.2		B-1-2 B-1-2-1
B 2.1		B-2-1
B 2.2		B-2-2
B 3.1		B-3-1
B 3.2		B-3-2 B-3-2-2

## **2 PRÜFUNGEN UND PRÜFERGEBNISSE**

### **2.1 Einaxiale Druckfestigkeit**

Die Probenvorbereitung und Durchführung der Prüfung erfolgte nach DIN 18 136: 2003-11 „Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch“ sowie unter Berücksichtigung der DGGT Empfehlung Nr. 1 an den wie vor beschrieben hergestellten Prüfkörpern.

Nach Aufbringen einer Vorkraft wurden die Proben vorschriftsgemäß mit einer Prüfgeschwindigkeit von 0,2% der Anfangshöhe pro Minute belastet. Im nachfolgenden Bild sind die untersuchten Bohrkern dargestellt.

Bei der Probe KB7 14,85-15,0m reichte die aufgelegte Last von 500kN nicht zum Bruch aus. Bei einer Prüfung mit höherer Lasteinleitung kam es zu einer Fehlfunktion, so dass die Bruchlast nicht ermittelt werden konnte.

**Bild 2: Prüfkörper, einaxiale Druckfestigkeit**  
Links: KB7 13,0-13,3m – Rechts: KB7 14,85-15,0m



Die Prüfungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

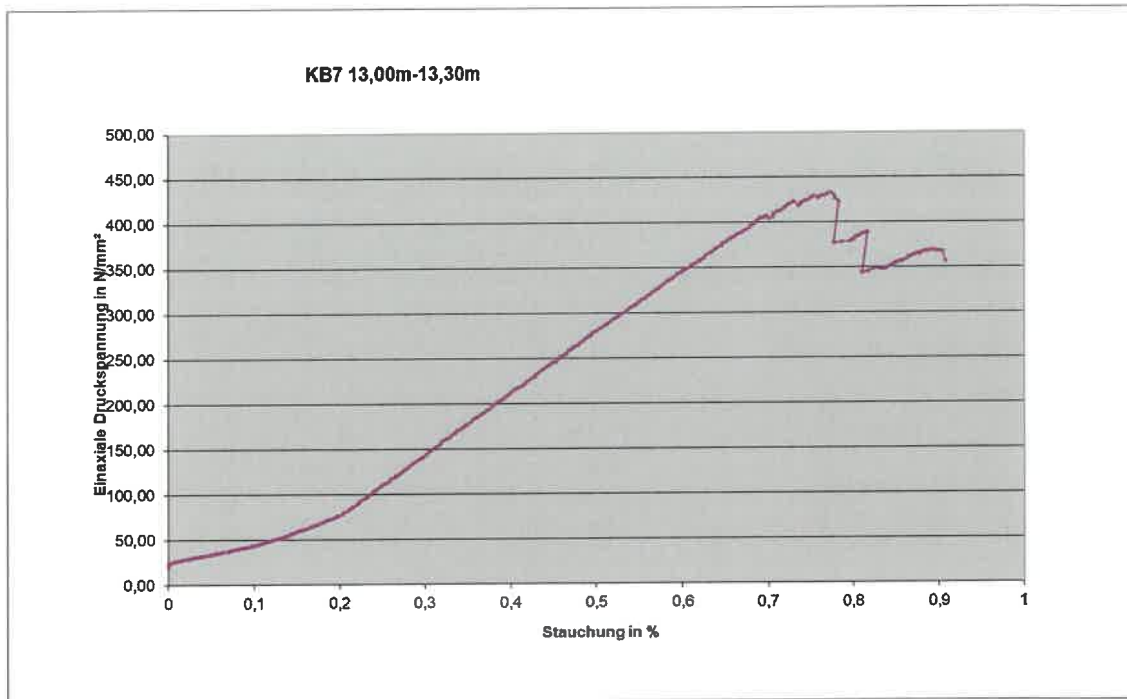
In Bild 3 und Bild 4 finden sich die Spannungs-/Stauchungsdiagramme.

**Tabelle 2: Prüfergebnisse einaxiale Druckfestigkeit nach DIN 18 136**

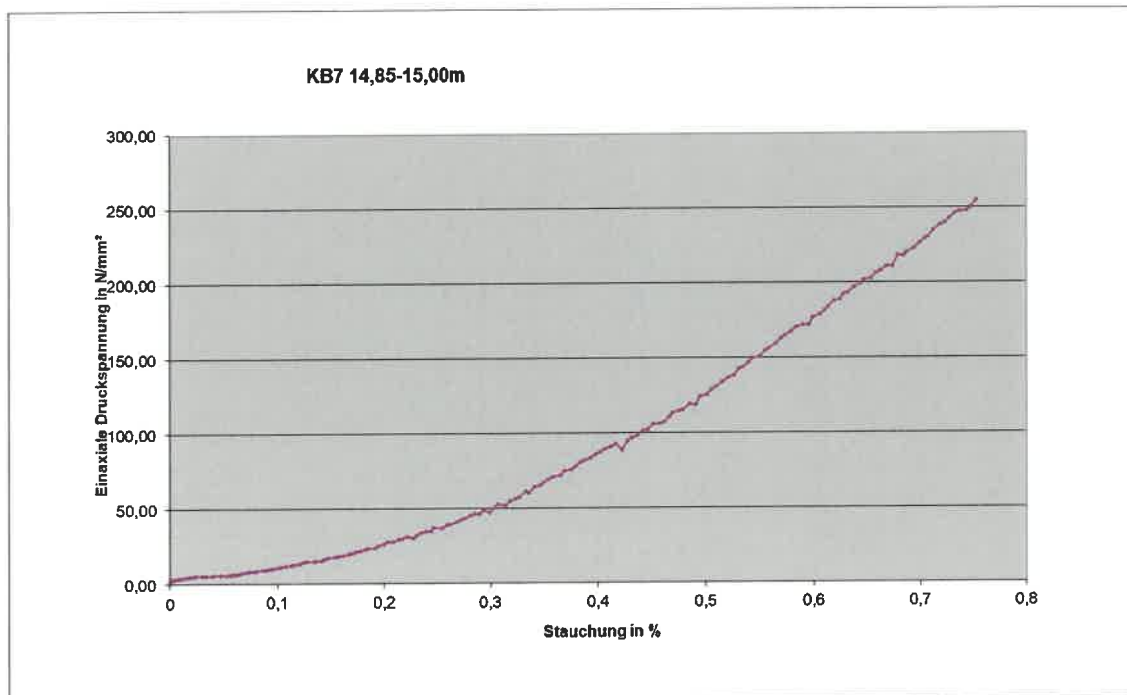
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>KB 7</b>	<b>KB 7</b>
		13,0-13,3m	14,85-15,0m
Bezeichnung des Druckversuchs		DIN 18136 – E	
Probenbeschreibung		siehe Tabelle 1 und Bild 2	
Entnahmedatum		keine Angabe	
Probenart		Bohrkern	
Abmessungen	$h_a$ [mm]	96,1	63,1
	$\varnothing_a$ [mm]	48,9	48,9
Feuchtegehalt	M [%]	0,2	0,4
Dichte	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	3,11	3,05
Fläche Anfang	Aa [mm <sup>2</sup> ]	1878	1878
Fläche bei Bruchlast bzw. 20% Stauchung	A [mm <sup>2</sup> ]	1893	1893
Bruchlast bzw. Last bei 20% Stauchung	F [N]	818803	> 501048
<b>Einaxiale Druckfestigkeit</b>	$\sigma_u$ [MN/m <sup>2</sup> ]	<b>431,7 <sup>1)</sup></b>	<b>&gt; 247,7 <sup>1)</sup></b>
Bruchstauchung	$\varepsilon_u$ [%]	0,772	0,773
Modul des einaxialen Druckversuchs	$E_u$ [MN/m <sup>2</sup> ]	71169	53264

<sup>1)</sup> Da  $h/l < 2$ , Korrektur nach DGGT Empfehlung Nr. 1

**Bild 3: Druckspannungs-Stauchungsdiagramm  
KB 7 – 13,0-13,3m**



**Bild 4: Druckspannungs-Stauchungsdiagramm  
KB 7 – 14,84-15,0m**



## **2.2 Punktlast**

Die Probenvorbereitung und Durchführung der Prüfung erfolgte in Anlehnung an DGGT - AK 3.3 - Empfehlung Nr.5 "Punktlastversuche an Gesteinsproben" an den wie vor beschrieben hergestellten Prüfkörpern. Die Bestimmung des Punktlastindex  $i_s$  erfolgte mittels digitalem Punktlastprüfgerät 10202-A2-001 von Wille Geotechnik.

Der Punktlastindex  $i_s$  wird aus der Bruchkraft  $F_B$  und Probenkörperfläche  $A$  berechnet:

$$i_s = F_B / A.$$

Aus der Punktlast  $i_s$  kann die einaxiale Druckfestigkeit  $\sigma_u^*$  abgeschätzt werden:

$$\sigma_u^* = c \cdot i_s.$$

Der Umrechnungsfaktor  $c$  ist gesteinspezifisch und liegt meistens zw. 20 und 25. Spezifische Umrechnungsfaktoren für Basalt liegen nicht vor und für die nach der DGGT Empfehlung Nr. 5 vorgesehene spezifische Ermittlung eines Umrechnungsfaktors durch Korrelation von mindestens 10 Einzelergebnissen Punktlast/Druckfestigkeit lag nicht genügend Material vor. Im vorliegenden Fall wurden die Umrechnungsfaktoren mit 22,5 (nach ISRM) bzw. 25 (nach Hudson für einen Granit) gewählt. Bei der Auswahl des hohen Umrechnungsfaktors nach Hudson wurde berücksichtigt, dass sich so die aus den Punktlasten abgeschätzten Druckfestigkeiten den ermittelten einaxialen Druckfestigkeiten (siehe Abs. 2.1) annähern.

Die Bestimmung der Punktlast erfolgte bei den Bohrkernen einmal parallel (stehend) und einmal senkrecht (liegend) zur Bohrrichtung. Bei den Handstücken erfolgte die Lasteinleitungsrichtung über die Schnitt-/Bruchflächen mit dem maximalen Abstand der Lasteinleitungsspitzen.

In Tabelle 3 ist eine Zusammenfassung der Prüfergebnisse dargestellt. In den nachfolgenden Bildern sind die untersuchten Proben nach der Punktbelastung dargestellt.

Die Prüfungsergebnisse im Detail sind in Anlage 1 aufgeführt.



**Tabelle 3: Zusammenfassung der Punktlastversuche in Anlehnung an DGGT - AK 3.3 - Empfehlung Nr.5**

Prüfung	Wert nach ISRM <sup>a)</sup>	Werte nach Hudson <sup>b)</sup>
<b>Punktlastversuche an Bohrkerne und Handstücken</b>		
<b>Mittelwert</b>	<b>275</b>	<b>305</b>
Unterer Erwartungswert <sup>1)</sup>	156	205
Standardabweichung	67,2	74,4

<sup>1)</sup> Unterer Erwartungswert als 5 % Quantil mit 75% Aussagewahrscheinlichkeit;

<sup>a)</sup> ISRM (1985) Suggested Method for determinig point load strength. - Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. - 22, S.53–60 (Umrechnungsfaktoren zwischen 20 und 25, gewählt 22,5)

<sup>b)</sup> Hudson (1993) Rock testing and site characterization. 1. Aufl. Oxford [u.a.]: Pergamon Press (Faktor für Kalkstein (15), für Sandstein (22,5) für Granit (30) genannt Basalt keine Vorgabe, aufgrund allgemeiner Prüferfahrungen gewählter Faktor 30)

**Bild 5: Punktlastversuch, Bohrkerne**



**Bild 6: Punktlastversuch, Handstück B-1-1-1**



**Bild 7: Punktlastversuch, Handstück B-1-2 (ungültiges Bruchbild) und B-1-2-1 (vor der Punktbelastung)**



**Bild 8:** Punktlastversuch, Handstück B-2-1



**Bild 9:** Punktlastversuch, Handstück B-2-2



**Bild 10: Punktlastversuch, Handstück B-3-1**



**Bild 11: Punktlastversuch, Handstück B-3-2 (ungültiges Bruchbild)**





**Bild 12: Punktlastversuch, Handstück B-3-2-2**



### **3 BEURTEILUNG**

Eine abschließende Bewertung der Prüfergebnisse erfolgt durch den Auftraggeber.

Neuwied, 06.11.2023/Mu/Ro

Sachbearbeiter

  
(Dipl.-Min Hennig Rohowski)

Institutsleitung

  
(Dr.-Ing. Ulf Schmidt)

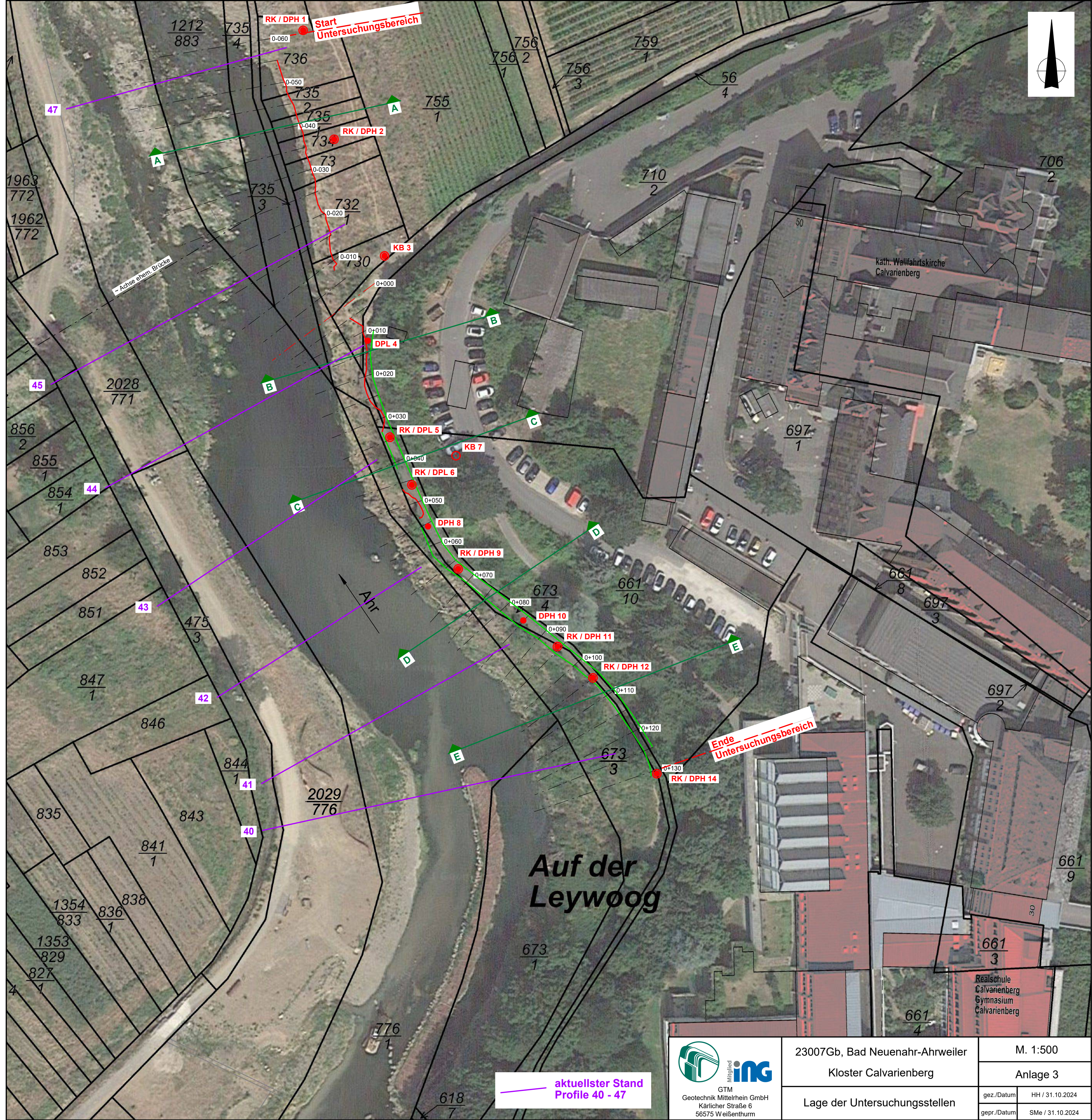
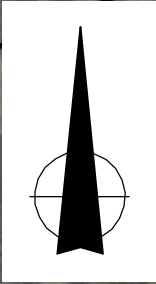
**Punktlastversuche nach DGGT - AK3.3 - Empfehlung Nr.5  
Naturstein der Handelsbezeichnung: Basalt**

Probe Nr.	Höhe / Lastpunkt- abstand	Breite / Durch- messer	Fläche	Bruch-kraft	Punktlastindex		Druckfest. nach ISRM	Druckfest. nach Hudson
	l	b / d	A	F <sub>B</sub>	i <sub>s</sub>	i <sub>s(50)</sub>	σ <sub>u</sub> <sup>*</sup>	σ <sub>u</sub> <sup>*</sup>
[-]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]
BK-7_13,00m	49,03	50,14	1888,05	32,13	17,02	17,02	383.	425
BK-7_13,00m	51,53	49,12	2531,15	25,09	9,91	9,91	223	248
BK-7-14,85m	48,84	48,43	1873,45	26,89	14,35	14,35	323	359
BK-7-14,85m	50,98	48,91	2493,43	26,73	10,72	10,72	241	268
B-1-1-1	53,69	61,60	3307,30	24,02	7,26	7,26	163	182
B-1-2	75,23	135,00	10157,55	ungültig	ungültig	ungültig	ungültig	ungültig
B-1-2-1	43,79	67,20	2942,69	32,04	10,89	11,29	254	282
B-2-1	44,73	65,20	2916,40	35,07	12,03	12,45	280	311
B-2-2	54,32	65,70	3568,82	55,59	15,58	15,58	350	389
B-3-1	52,38	85,80	4494,20	43,09	9,59	9,59	216	240
B-3-2	34,02	94,83	3226,12	ungültig	ungültig	ungültig	ungültig	ungültig
B-3-2-2	29,73	57,30	1703,53	25,86	15,18	13,93	313	348
Mittelwert $\bar{R}$						<b>12,21</b>	<b>275</b>	<b>305</b>
Standardabweichung s					[MPa]; [-]	<b>2,99</b>	67,2	74,4
Variationskoeffizient v					[%]	<b>24,5</b>	<b>24,4</b>	<b>24,4</b>
Quantilenfaktor (p = 5 %) ks <sup>1)</sup>					[-]	2,10	2,10	2,10
Unterer Erwartungswert E					[MPa]	<b>6,9</b>	<b>156</b>	<b>205</b>
<sup>1)</sup> n = <b>10</b> Versuche und Auswertung über logarithmische NV <sup>2)</sup> = <b>2</b> Versuche nicht zur Mittelwertbildung zugelassen W = <b>75</b> % Aussagewahrscheinlichkeit * = Festigkeit nach ISRM und Hudson geschätzt								

Datum der Prüfung: 26.09.2023

Bemerkung: Keine Anisotropie (früher Lager) erkennbar.  
Die Prüfung erfolgte an Proben unterschiedlicher Geometrie.  
Die Lasteinleitungsflächen wurden geschnitten.  
Die Proben wurden nicht weiter vorbereitet.  
Faktor nach ISRM: 22,5  
Faktor nach Hudson: 25





aktuellster Stand  
Profile 40 - 47



GT  
M

Mittelhessen

ing

GTM

Geotechnik Mittelhessen GmbH

Kärlicher Straße 6

56575 Weißenhurm

23007Gb, Bad Neuenahr-Ahrweiler		M. 1:500	
Kloster Calvarienberg		Anlage 3	
Lage der Untersuchungsstellen		gez./Datum	HH / 31.10.2024
		gepr./Datum	SMe / 31.10.2024





<p><b>Bauvorhaben:</b>  <b>SGD Nord</b>  <b>Hangrutsch Calvarienberg</b>  <b>in Bad Neuenahr-Ahrweiler</b></p> <p><b>Planbezeichnung:</b>  <b>Bohrprofile und Rammdiagramme</b></p>	 <p style="font-size: small; text-align: center;">             Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte              (z.B. nicht an der Maßnahme Beteiligte)              nur mit Zustimmung der GTM Geotechnik Mittelhessen GmbH           </p>												
<p>Anlage: 4.1</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Maßstab:</b></td> <td style="width: 50%;">Mdl div., Mdh 1:50</td> </tr> <tr> <td><b>Bearbeiter:</b></td> <td>SMe/RH</td> </tr> <tr> <td><b>Gezeichnet:</b></td> <td>HH</td> </tr> <tr> <td><b>Geändert:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Gesehen:</b></td> <td>SMe</td> </tr> <tr> <td><b>Projekt-Nr:</b></td> <td>23007Gb</td> </tr> </table>	<b>Maßstab:</b>	Mdl div., Mdh 1:50	<b>Bearbeiter:</b>	SMe/RH	<b>Gezeichnet:</b>	HH	<b>Geändert:</b>		<b>Gesehen:</b>	SMe	<b>Projekt-Nr:</b>	23007Gb
<b>Maßstab:</b>	Mdl div., Mdh 1:50												
<b>Bearbeiter:</b>	SMe/RH												
<b>Gezeichnet:</b>	HH												
<b>Geändert:</b>													
<b>Gesehen:</b>	SMe												
<b>Projekt-Nr:</b>	23007Gb												

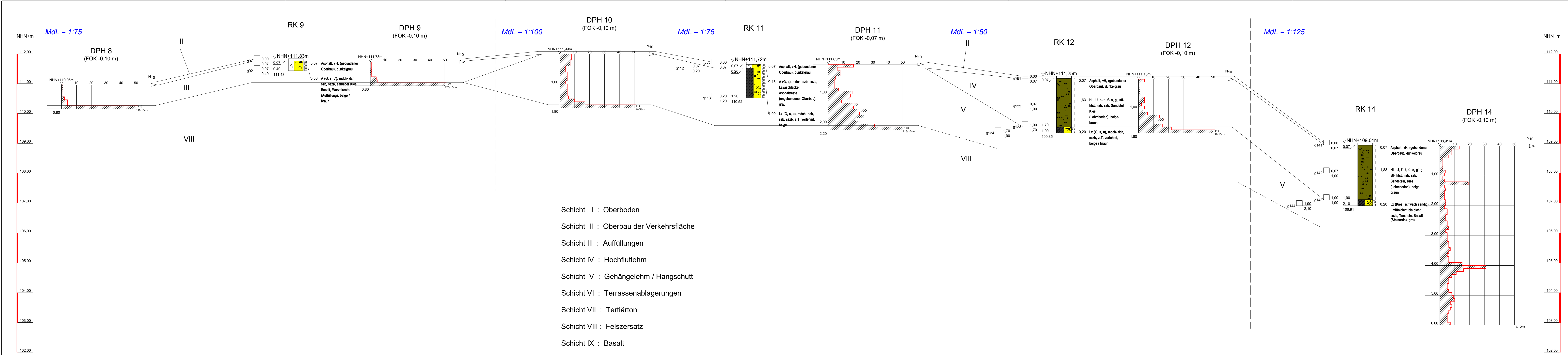
**GTM**

**Geotechnik Mittelhessen GmbH**

**Kärlicher Straße 6**

**56575 Weißenthurm**

02637-94313-0



- Schicht I : Oberboden
- Schicht II : Oberbau der Verkehrsfläche
- Schicht III : Auffüllungen
- Schicht IV : Hochflutlehm
- Schicht V : Gehängelehm / Hangschutt
- Schicht VI : Terrassenablagerungen
- Schicht VII : Tertiärton
- Schicht VIII : Felszersatz
- Schicht IX : Basalt

### ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

**UNTERSUCHUNGSSTELLEN**

○ DPH Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2

**PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER**

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab. 1

□ Bohrprobe (Glas 0.71)

**BODENARTEN**

Auffüllung	A	
Hangschutt	Lx	
Hochflutlehm	HL	
Kies	G	g
Sand	S	s
Schluff	U	u
Ton	T	t

**KONSISTENZ**

stf	steif	hfst	halbfest
mdch	mitteldicht	dch	dicht

**NEBENANTEILE**

' schwach (< 15 %)

" stark (ca. 30-40 %)

" sehr schwach

**BOHRVORGANG**

szb schwer zu bohren

sszb sehr schwer zu bohren

nzb normal zu bohren

vH von Hand aufgedigelt

**RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2**

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

Spitzendurchmesser	leicht	mittelschwer	schwer
2.52 cm	5.00 cm²	15.00 cm²	15.00 cm²
3.20 cm	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
50.0 cm	50.00 cm	50.00 cm	50.00 cm

**BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2**

offene Spitze

geschlossene Spitze

**Bauvorhaben:**

**SGD Nord**

**Hangrutsch Calvarienberg**

**in Bad Neuenahr-Ahrweiler**

**Planbezeichnung:**

**Bohrprofile und Rammprogramme**

Anlage: 4.2

**GTM**

**Geotechnik Mittelrhein GmbH**

**Kärlicher Straße 6**

**56575 Weißenthurm**

**02637-94313-0**

**Maßstab:** MdL div., MdH 1:50

Bearbeiter:	SME/RH	Datum:
Gezeichnet:	HH	21.08.2023
Geändert:	HH	10.01.2024
Gesehen:	SME	28.03.2024
Projekt	-Nr: 23007Gb	

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte (d.h. nicht an der Maßnahme Beteiligte) nur mit Zustimmung der GTM Geotechnik Mittelrhein GmbH

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2017 - F:\Sasstages\Bopo\23007Gb\exp





Abb. 1 bis 2: Kernkisten mit Bohrgut von Kernbohrung KB 3 (0 – 14,0 m)





Abb. 3: Kernkisten mit Bohrgut von Kernbohrung KB 3 (14,0 – 20,0 m)





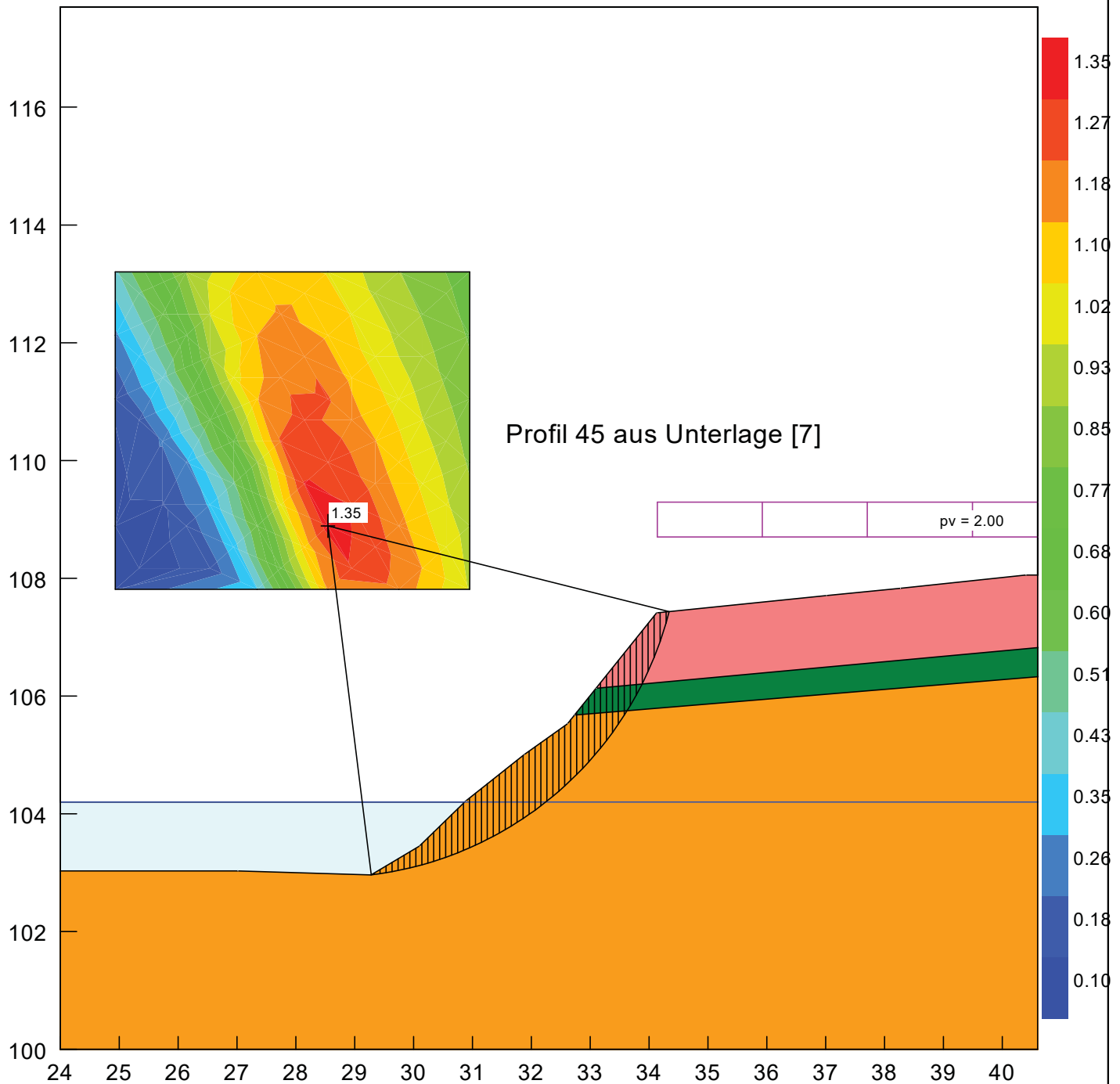
Abb. 4 bis 6: Kernkisten mit Bohrgut von Kernbohrung KB 7 (0 – 12,0 m)






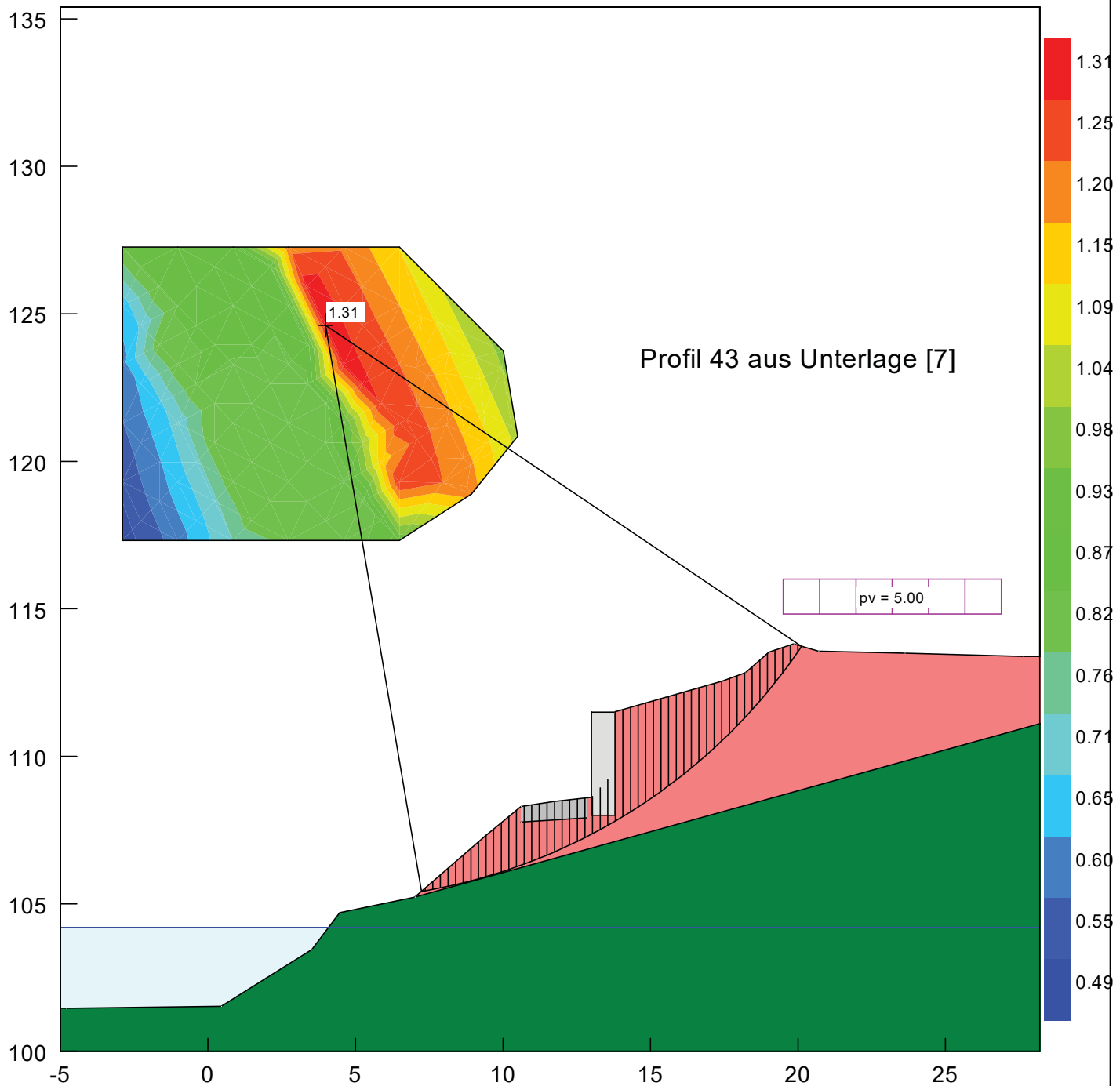


Abb. 7 bis 8: Kernkisten mit Bohrgut von Kernbohrung KB 7 (12,0 – 20,0 m)





Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	30.00	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	10.00	19.00	Hochflutlehm
	35.00	0.00	21.00	Terrassenablagerungen

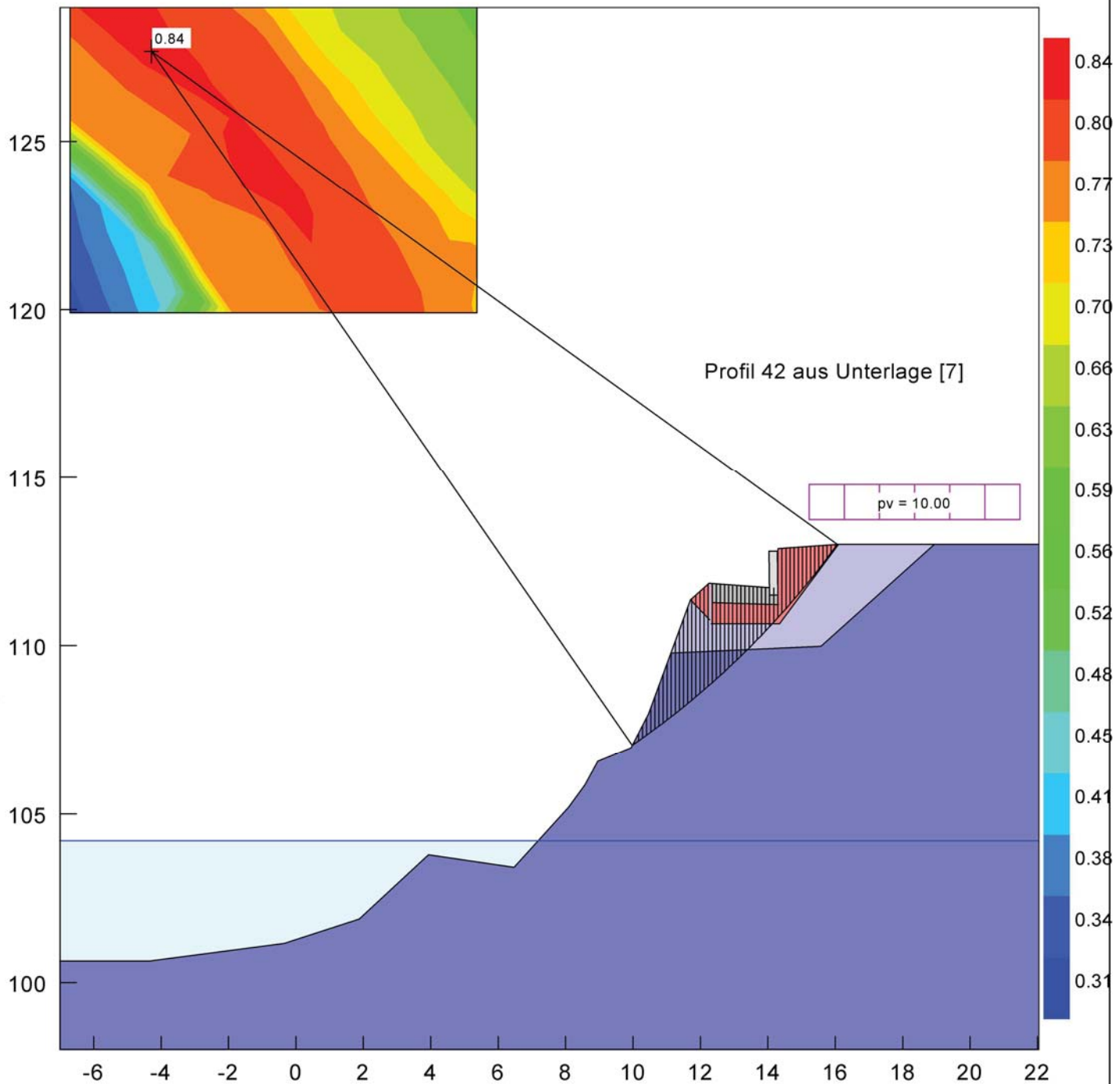






Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	30.00	0.00	19.00	Verkehrsfläche
	30.00	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	15.00	22.00	Felsersatz

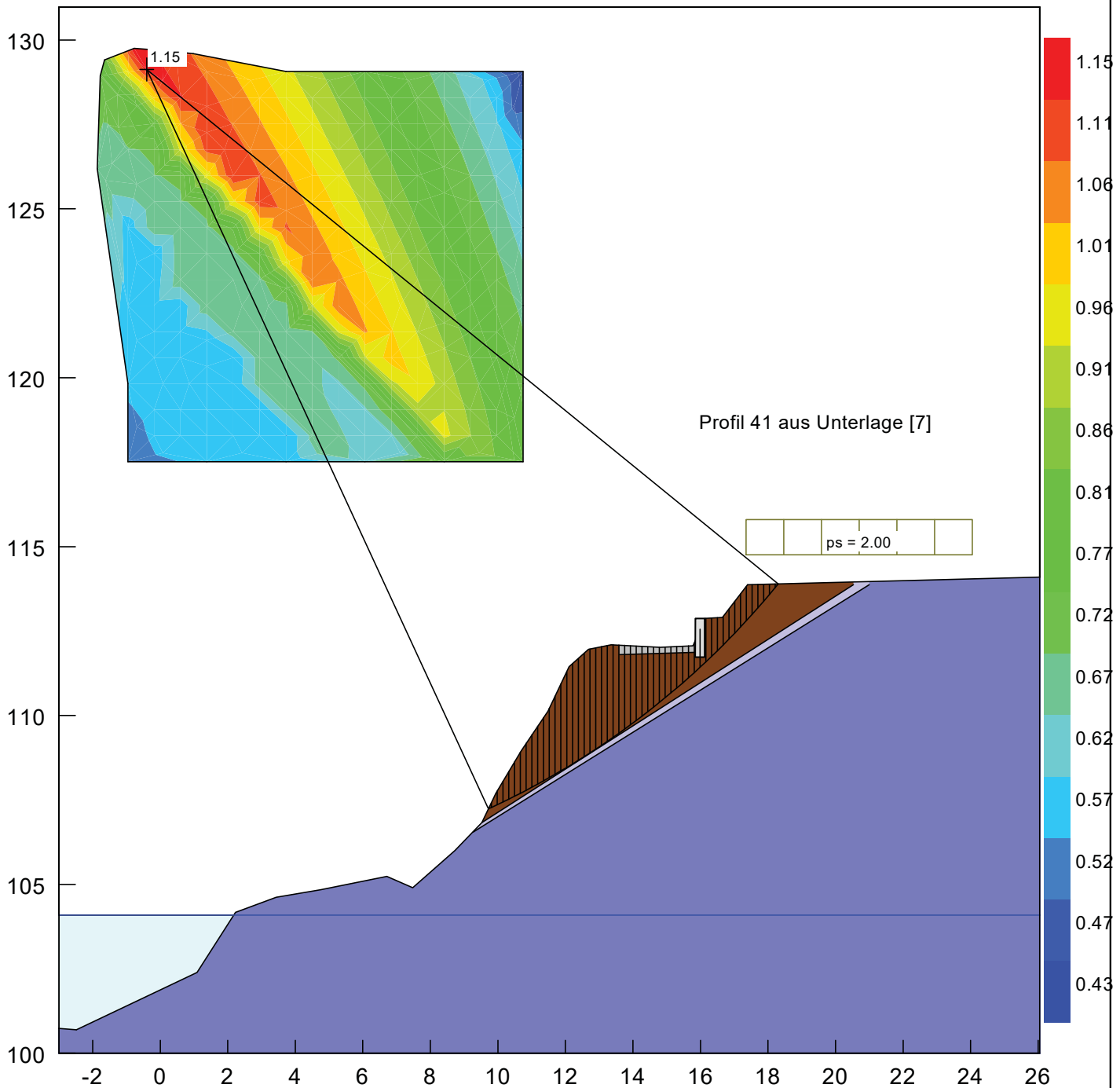




Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	30.00	0.00	19.00	Verkehrsfläche
	30.00	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	15.00	22.00	Felsersatz
	40.00	20.00	24.00	Basalt



Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	30.00	0.00	19.00	Verkehrsfläche
	32.50	2.50	19.00	Hangschutt
	27.50	15.00	22.00	Felszersatz
	40.00	20.00	24.00	Basalt



**MASSEN- UND KOSTENSCHÄTZUNG****Variante 1: Herstellung eines verfestigten Bodenkörpers**

Pos.	Leistungsbeschreibung	Anzahl	Einh.	EP [€]	Preis [€]
1	Baustelleneinrichtung und -räumung (geschätzt: ca. 10% der gesamten Nettosumme)	1	psch.	55.000,00	55.000,00
2	Baufeldfreimachung - Bereich 1: ca. 60 m x 6 m - Bereich 2a: ca. 53 m x 8,0 m - Bereich 2b: ca. 37 m x 2 m - Bereich 2c: ca. 40 m x 9,5 m Summe: ca. 1.238 m2	1.250	m2	30,00	37.500,00
3	Herstellen Arbeitsebene mit Big-Packs, Schotter und Baggermatratze (Big-Packs: ca. 260 €/lfm Schotter 32/45: ca. 150,00 €/lfm bei rd. 5 m3/lfm Baggermatratze: ca. 75 €/lfm)  - Bereich 1: L = 60 m - Bereich 2a: L = 53 m Summe ca. 113 m	115	m	485,00	55.775,00
4	Planum herstellen - Wasserbereich (Wasserbausteine LMB 40/200: ca. 90,00 € /lfm Schotter 32/45: ca. 250,00 €/lfm bei rd. 8 m3/lfm) - Bereich 1: L = 60 m	60	m	340,00	20.400,00
5	Verfestigter Bodenkörper (Böden und Zement liefern, mischen und einbauen, Geräteeinsatz ca. 170,00 €/m3) - Bereich 1: rd. 600 m3 - Bereich 2a: rd. 980 m3 - Bereich 2b: keine Sicherung erforderlich - Bereich 2c: rd. 880m3 Summe ca. 2.460 m3	2500	m3	160,00	400.000,00
6	Erosionsschutzmatte liefern und auf Böschungskörper einbauen, inkl. Begrünung - Bereich 1: rd. 420 m2 - Bereich 2a: rd. 530 m2 - Bereich 2b: keine Sicherung erforderlich - Bereich 2c: rd. 390 m2 Summe ca. 1.340 m2	1.350	m2	30,00	40.500,00
<b>Gesamt</b>		<b>Netto ca.:</b>		<b>€</b>	<b>610.000,00</b>
		<b>10 % Unvorhergesehenes:</b>		<b>€</b>	<b>61.000,00</b>
<b>Gesamt (inkl. 19 % MwSt.)</b>		<b>Brutto ca.:</b>		<b>€</b>	<b>800.000,00</b>

**Variante 2: Gabionenwand ggf. mit Rückverankerung**

Pos.	Leistungsbeschreibung	Anzahl	Einh.	EP [€]	Preis [€]
1	Baustelleneinrichtung und -räumung (geschätzt: ca. 10% der gesamten Nettosumme)	1	psch.	75.000,00	75.000,00
2	Baufeldfreimachung - Bereich 1: ca. 60 m x 3,2 m - Bereich 2a: ca. 53 m x 4,4 m - Bereich 2b: ca. 37 m x 2 m - Bereich 2c: ca. 40 m x 2,5 m Summe: ca. 600 m2	600	m2	30,00	18.000,00
3	Herstellen Arbeitsebene mit Big-Packs, Schotter und Baggermatratze (Big-Packs: ca. 235 €/lfm Schotter 32/45: ca. 60,00 €/lfm bei rd. 2 m3/lfm Baggermatratze: ca. 75 €/lfm) - Bereich 1: L = 60 m - Bereich 2a: L = 53 m Summe ca. 113 m	115	m	370,00	42.550,00
4	Fundament herstellen (frostsicher) (unbewehrten Beton inkl. Schalung herstellen, B=1,2 m, Annahme rd. 10 cm Überstand zu 1 m breitem Gabionenkorb, H = 0,8 m, ca. 380 €/m3) - Bereich 1: rd. 60 m3 - Bereich 2a: rd. 50 m3 - Bereich 2b: keine Sicherung erforderlich - Bereich 2c: rd. 40 m3 Summe ca. 150 m3	150	m3	380,00	57.000,00
5	Gabionenwand (Gabionenkörbe mit Abmessungen von 1x1x1 m, ca. 180 €/Stk.bzw. €/m3 Basalt Bruchsteine: ca. 400,00 €/m3, Hinterfüllung liefern und einbauen: ca. 100,00 €/m3) - Bereich 1: rd. 240 m3 - Bereich 2a: rd. 265 m3 - Bereich 2b: keine Sicherung erforderlich - Bereich 2c: rd. 240 m3 Summe ca. 745 m3	750	m3	680,00	510.000,00
6	ggf. Rückverankerung ( <b>Eventualposition</b> ) (Länge der Nägel geschätzt 5 m: ca. 230,00 €/m Nagel, Raster horizontal max 1,5 m mit Lastverteilungsplatte) - Bereich 1: ca. 60 m / 1,5 = 40 Nägel - Bereich 2a: ca. 53 m / 1,5 = 35 Nägel - Bereich 2b: keine Sicherung erforderlich - Bereich 2c: ca. 40 m / 1,5 = 27 Nägel Summe: rd. 102 Nägel x 5 m = 510 m	510	lfm	230,00	117.300,00
7	evtl. Farfalla System ( <b>Eventualposition</b> ) (Kosten müssen im Zuge der weiteren Planung beim Hersteller angefragt werden)		m2		
<b>Gesamt</b>		<b>Netto ca.:</b>		€	<b>820.000,00</b>
		<b>10 % Unvorhergesehenes:</b>		€	<b>82.000,00</b>
<b>Gesamt (inkl. 19 % MwSt.)</b>		<b>Brutto ca.:</b>		€	<b>1.075.000,00</b>