GEOTECHNISCHER BERICHT | 14.08.2024

BV Quartier Maute, Bisingen
Baugrundvoruntersuchung

Geotechnischer Bericht

Projektnummer: 930-1532 B231489

BERGHOF

CRYSTAL GEOTECHNIK

Aufgestellt: Alexander Wiedemann

Ort, Datum: Ravensburg, 14.08.2024	Utting, 14.08.2024
i. A. Alexander Wiedemann | Projektleiter Diplom-Geologe	Raphael Schneider | Projektleiter Diplom-Ingenieur
i.A. Gregor Porsche | Projektleiter M.Sc. Geowissenschaften	Ayoub Benhoummad | Projektingenieur B.Sc.

Auftraggeber:
Gemeinde Bisingen
Ortsbauamt
Heidelbergerstr. 9
72406 Bisingen

Verteiler:
Gemeinde Bisingen
Crystal Geotechnik Beratende Ingenieure & Geologen GmbH
Berghof Umweltengineering GmbH

Geotechnische Arbeitsgemeinschaft

Berghof Umweltengineering GmbH
Raueneggstraße 4
88212 Ravensburg
Deutschland
T +49.751.50921-60
F +49.751.50921-70
e-mail: umweltengineering@berghof.com
www.berghof.com

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure & Geologen GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting
T +49.8806.95894-0
F +49.8806.95894-44
e-mail: utting@crystal-geotechnik.de
www.crystal-geotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINES 5
1.1. Bauvorhaben / Vorgang 5
1.2. Arbeitsunterlagen 6

2. FELD – UND LABORARBEITEN 7
2.1. Feldarbeiten 7
2.2. Bodenmechanische Laboruntersuchungen 9

3. BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 12
3.1. Geologischer Überblick 12
3.2. Beschreibung der Bodenschichten 13
3.3. Grundwasserverhältnisse 18

4. Orientierende Untersuchung der Schadstoffgehalte und abfallrechtliche Bewertung 19

5. Erdbauliche und Erdstatische Grundlagen 20
5.1. Boden- und Felsklassifizierung 20
5.2. Boden- und Felsparameter 21

6. Bauausführung / Gründung 24
6.1. Allgemeines / Erdbebenzone / Geotechnische Kategorie 24
6.2. Bettungsmodule für Gründungen 25
6.3. Gründung der Gebäude 26
6.4. Baugrubenverbau / Böschungen 29
6.5. Wasserhaltung 31
6.6. Arbeitsraumrückverfüllung 32
6.7. Sonstige Hinweise und Empfehlungen 32

7. Schlussbemerkungen 34

Anlagenverzeichnis

Nr.	Beschreibung
Anlage (1.)	Lageplan mit Aufschlusspunkten
Anlage (1.1)	Lageplan mit Anzahl der Gebäude-Geschosse
Anlage (1.2)	Lageplan mit ehemaligen Gebäudegrundrissen und Grundwassergleichen
Anlage (2)	Geologische Schnitte mit Untergrundsituation
Anlage (3)	Profile der Baugrund-Aufschlussbohrungen, Rammkern- und schweren Rammsondierungen
Anlage (4)	Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse
Anlage (5)	Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche

1. ALLGEMEINES

1.1. Bauvorhaben / Vorgang

Die Bauherrschaft plant auf dem Areal der ehemaligen Textilfabrik Maute in der Bahnhofstraße 16 in Bisingen ein Quartier mit Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden. Die Planung umfasst ein Polizeigebäude, ein Rathaus, mehrere Wohngebäude, sowie Parkplätze und Freiflächen. Das Areal wurde mittels Rammkernsondierungen (RKS), schweren Rammsondierungen (DPH) und Baugrunderkundungsbohrungen (BK) erkundet (siehe Anlage 1).
Das Gelände hat eine Fläche von ca. 15.000 m^2 und ist in 5 Teilbereiche gegliedert (siehe Anlage 1.1):

- Blau: Keller + 2 Geschosse + Dachgeschoss
- Grün: Keller/Tiefgarage + 3 Geschosse
- Rot: Keller/Tiefgarage + 4 Geschosse
- Orange: Keller/Tiefgarage + 2 Geschosse + Dachgeschoss
- Violett: Keller + 4 Geschosse

Die geotechnische Zusammenarbeit Berghof & Crystal Geotechnik wurde von der Bauherrschaft beauftragt, bodenmechanische Feld- und Laborarbeiten auszuführen und basierend auf diesen Ergebnissen ein Baugrundgutachten bezüglich der zuvor beschriebenen, geplanten Maßnahmen zu erstellen.

Im Vorfeld der Rückbauarbeiten des Altstandortes wurde eine orientierende, abfallrechtliche Schadstoffuntersuchung durchgeführt, um eine grobe Abschätzung der bei den notwendigen Aushubarbeiten anfallenden Entsorgungskosten zu ermöglichen. Im Zuge des Rückbaus wurden belastete Auffüllungen abgetragen und verwertet/entsorgt. Detailliertere Informationen werden hierzu in einem Abschlussbericht nach der Beendigung der Rückbauarbeiten dargestellt.

Im vorliegenden Gutachten werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und geotechnisch bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt. Hinsichtlich der Planung und Ausschreibung der Baumaßnahme werden die maßgebenden Bodenklassen, Bodenparameter sowie Tragfähigkeitswerte angegeben und die erkundeten Böden in Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 eingeteilt.

Es erfolgen Empfehlungen zur Gründung der Bauwerke sowie zur Ausbildung der Baugrube und zu erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Vorliegend wurde auftragsgemäß insbesondere eine geotechnische Baugrunderkundung durchgeführt.

1.2. Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens standen uns die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen und Informationen neben allgemeinen, hier maßgebenden Vorschriften, Regelwerken und Merkblättern zur geplanten Gesamtmaßnahme zur Verfügung:

[U1] Cityplan Quartier Bisingen vom 30.08.2021

[U2] Lageskizze Stockwerke (siehe Anlage 1.1); Herr Maier, Stadt Bisingen per Mail am 04.07.2023

[U3] LGRB - Onlineportal, Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 50.000, Hrsg.: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau. 01.06.2021

[U4] Die aktuell durchgeführten und nachfolgend dokumentierten Feld- und Laborarbeiten

[U5] Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg 1:350000, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005

[U6] Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH, Gutachten Altstandort Maute in Bisingen Ergänzende Bodenuntersuchungen, 17.09.2019

[U7] Berghof Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH, Gutachten Altstandort Maute in Bisingen Grundwasseruntersuchungen, 17.09.2019

[U8] Berghof Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH, Altstandort Maute in Bisingen, kf-Werte Bestimmung (Durchlässigkeit im Untergrund), 01.10.2020

[U9] Onlineportal des Bundesamtes für Strahlenschutz, Karte: Radon in der Bodenluft, 06.08.2024

2. FELD – UND LABORARBEITEN

2.1. Feldarbeiten

Bohrungen und Kleinbohrungen

Vom 19.01.2024 bis zum 25.01.2024 wurden neun großformatige, verrohrte Baugrundaufschlussbohrungen (Ø 193 mm) bis 10 m (Bohrungen BK1, BK4, BK5, BK6, BK7, BK8, BK9) bzw. 15 m unter Geländeoberkante (GOK) (Bohrungen BK2, BK3) durch die Baugrund Süd, Gesellschaft für Geothermie mbH, ausgeführt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden vom 22.04.2024 bis zum 23.04.2024 durch Droemer Geotechnik im Baufeld zudem acht weitere Kleinbohrungen (RKS1 bis RKS8, Ø 50 mm) bis max. 5,10 m unter GOK abgeteuft.

Die Lage der Untersuchungsstellen kann dem Lageplan in Anlage (1) entnommen werden. Die kennzeichnenden Daten der Bohrungen (BK) und Kleinbohrungen (RKS) sind in Tabelle (1) zusammengestellt.

Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Aufschlüsse (RKS und BK)

Bohrung	Ansatzhöhe	Bohrtiefe		OK Mergelstein		Grundwasser	
	mNHN	m u. GOK	mNHN	m u. GOK	mNHN	m u. GOK	mNHN
RKS 1	557,32	3,10	554,21	3,00	554,32	kein GW messbar	--
RKS 2	557,38	4,00	553,38	3,70	553,68	ab 3,30 m sehr feucht	(554,08)
RKS 3	558,19	2,70	555,49	2,70	555,49	kein GW messbar	--
RKS 4	558,61	5,10	553,51	5,00	553,61	ab 4,50 m nass	(554,11)
RKS 5	558,61	2,80	555,81	2,50	556,11	kein GW messbar	--
RKS 6	556,51	4,10	552,41	4,00	552,51	ab 0,00 m nass	(556,51)
RKS 7	558,07	4,10	553,97	4,00	554,07	ab 2,00 m sehr feucht	(556,07)
RKS 8	558,61	4,00	554,61	3,90	554,71	kein GW messbar	--
BK 1	557,33	10,00	547,33	1,00	556,33	kein GW messbar	--
BK 2	557,07	15,00	542,07	8,00	549,07	6,20 / 3,40 m*	550,87 / 553,67*

Fortsetzung Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Aufschlüsse (RKS und BK)

BK 3	557,30	15,00	542,30	2,10	555,20	kein GW messbar	--
BK 4	558,15	10,00	548,15	3,20	554,95	kein GW messbar	--
BK 5	557,31	10,00	547,31	3,60	553,71	kein GW messbar	--
BK 6	558,14	10,00	548,14	4,10	554,04	kein GW messbar	--
BK 7	557,33	10,00	547,33	4,00	553,33	kein GW messbar	--
BK 8	559,54	10,00	549,54	7,70	551,84	kein GW messbar	--
BK 9	558,64	10,00	548,64	2,70	555,94	kein GW messbar	--

* angetroffen / ausgespiegelt

Die Bodenansprache erfolgte im Zuge der Erkundungsarbeiten nach DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1. Ergänzend wurden ausgewählte, den Bohrungen entnommenen Bodenproben, durch den Baugrundsachverständigen gesichtet und angesprochen. Ergaben sich im Rahmen der Laboruntersuchungen neue Erkenntnisse hinsichtlich der Bodenzusammensetzung, wurden die Bodenansprachen in den Profildarstellungen in Anlage (3) und auch in den geologischen Schnitten in Anlage (2) entsprechend korrigiert.

Schwere Rammsondierungen

Zur genaueren Ermittlung der Lagerungsverhältnisse und der Festigkeit des anstehenden Untergrundes (über den Felsschichten) wurde jeweils im unmittelbaren Bereich zu den Aufschlussbohrungen insgesamt 6 schwere Rammsondierungen (DPH nach DIN EN ISO 22476-2) bis max. 8,1 m unter Geländeoberkante niedergebracht. Diese Arbeiten wurden am 23.04.2024 durch Droemer Geotechnik ausgeführt. Die Aufschlussprofile liegen diesem Bericht in Anlage (3.2) bei.

Die wesentlichen Daten der ausgeführten Sondierungen sind in der nachfolgenden Tabelle (2) zusammengestellt.

Tabelle (2) Kennzeichnender Eindringwiderstand der schweren Rammsondierungen (DPH)

Sondierung	Ansatzhöhe	Endteufe		kennzeichnender Eindringwiderstand n_{10}			
	mNHN	m u. GOK	mNHN	m u. GOK			
				0 – 2	2 – 4	4 – 6	6 – 8
DPH 1	557,00	7,90	549,10	1 - 14	10 - 25	8 - 19	13 - 100
DPH 2	557,06	2,40	554,66	1 - 4	10 - 200		
DPH 3	557,49	3,90	553,59	1 - 12	2 - 94		
DPH 4	558,59	3,20	555,39	1 - 2	1 -100		
DPH 5	559,50	8,10	551,40	1 - 12	10 - 22	9 - 17	10 – 23*
DPH 6	557,84	3,10	594,74	1 - 10	6 - 100		

* von 8,00 – 8,10 n_{10} = 100

Auf die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen wird im Zusammenhang mit der Beschreibung der Untergrundverhältnisse in den nachfolgenden Abschnitten näher eingegangen.

2.2. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An 22, den Bohrungen bzw. Kleinbohrungen entnommenen Bodenproben, wurden zur näheren Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden, Grundlagenversuche in unserem bodenmechanischen Labor durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine Klassifizierung der Böden und hierauf basierend eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern ermöglichen.

Die im Einzelnen durchgeführten Laboruntersuchungen sind in nachfolgender Tabelle (3) mit Angabe der maßgebenden DIN-Normen aufgelistet.

Tabelle (3) Bodenmechanische Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688/1 und -2 sowie DIN 4023	22
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	11
Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	5
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	10
Dichte	DIN EN ISO 17892-2	6
Glühverlust (bindig)	DIN 18128	1
Einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18136	6

Die Ergebnisse der ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgenden Tabellen (4.1 und 4.2), zum Teil mit Angabe der ermittelten Schwankungsbreiten, zusammengestellt.

Eine Zusammenstellung aller bodenmechanischen Laborversuche im Detail kann Anlage (4) dieses Berichts entnommen werden; die wichtigsten Laborprotokolle sind dort ebenfalls beigelegt. Die Bewertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten in den nachfolgenden Kapiteln.

Tabelle (4.1) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche – Teil 1

Kenngröße	Einheit	Auffüllungen		Terrassensedimente	
		Kiese / Sande	Schluffe / Tone	Kiese	Schluffe / Tone
Homogenbereich		A1	A2	B1.1	B1.2
Kornverteilung					
Feinstes ∅ ≤ 0,002 mm	%	6,9	--	8,5 – 14,5	20,9
Feinkorn 0,002 – 0,063 mm	%	15,4	--	10,6 – 16,6	19,6
Sandkorn 0,063 – 2,0 mm	%	19,2	--	13,8 – 21,5	15,0
Kieskorn 2,0 – 63,0 mm	%	58,5	--	50,8 – 63,3	44,5

Fortsetzung Tabelle (4.1) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche – Teil 1

Wassergehalt / Konsistenzform					
Wassergehalt	%	--	49,8	--	20,9
Fließgrenze	%	--	59,5	--	48,1
Ausrollgrenze	%	--	29,0	--	19,4
Plastizität	%	--	30,6	--	28,8
Konsistenz	--	--	0,32 (breiig)	--	0,95 (steif)
Festigkeit					
Taschenpenetrometertest	kPa	--	--	--	150

Tabelle (4.2) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche – Teil 2

Kenngröße	**Einheit**	**Auelehm**	**Posidonienschiefer**	
		Tone	**Ton- / Mergelstein (unverwittert)**	**Ton- / Mergelstein (angewittert / stark verwittert)**
Homogenbereich		**B2**	**X3.1**	**X3.2; X3.3**
Wassergehalt / Konsistenzform				
Wassergehalt	%	22,2 – 34,5	0,9 – 3,8	--
Fließgrenze	%	49,1 – 61,4	--	--
Ausrollgrenze	%	21,7 – 24,5	--	--
Plastizität	%	27,3 – 39,5	--	--
Konsistenz	--	0,53 – 0,99 (weich - steif)	--	--
Festigkeit				
Taschenpenetrometertest	kPa	150 – 175	--	--
Einaxiale Druckfestigkeit	MPa	--	> 19,0 – 47,9	--
vertikale Stauchung	%	--	> 0,4 – 1,8	
Organikgehalt				
Glühverlust	%	8,2	--	--
Sonstige				
Dichte (Feuchtdichte)		--	2,19 – 2,81	--

3. BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1. Geologischer Überblick

Der Altstandort des ehemaligen Maute-Areals liegt in einer Höhe von etwa 559 – 557 mNN im Bereich des Schichtübergangs vom Unteren Jura zum Mittleren Jura.

Laut der geologischen Karte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Arbeitsunterlage [U3]) stehen auf beinahe dem gesamten Maute-Areal oberflächennah fluviatile, pleistozäne Terrassensedimente an, welche als Kiese, Sande oder Lehme auftreten können. Unterlagernd sind hier im südöstlichen Bereich des Areals Tonmergelsteine der Jurensismergel-Formation kartiert. Im Übrigen Maute-Areal werden die Terrassensedimente direkt von den feinlaminierten, dunkelgrauen Tonmergelsteinen der Posidonienschiefer-Formation unterlagert. Diese werden als teils feinblättrig zerfallend, bituminös und fossilreich beschrieben. Im westlichsten Bereich des Gebiets werden die Gesteine der Posidonienschiefer-Formation laut der geologischen Karte nicht von Terrassensedimenten überlagert. Gesteine der Opalinuston-Formation sind wenige Meter südöstlich außerhalb der Gebietsgrenze kartiert.

Meist wurden in den Bohrungen und Kleinbohrungen im Bohrlochobersten bis zu 3,7 m mächtige Auffüllungen aus schluffigem oder kiesigem Material angetroffen. Ausschließlich in der Kleinbohrung RKS1 wurde eine 10 cm mächtige Schwarzdecke oberhalb der Auffüllungen angetroffen.

Unterhalb der Auffüllungen schließen sich die meist stark schluffigen Kiese, teils kiesigen Schluffe der pleistozänen Terrassensedimente mit Mächtigkeiten bis zu 7,3 m an.

In einigen Bohrungen werden die Terrassensedimente von weichen bis steifen Tonen unterlagert. Vereinzelt kommen in den Tonen auch schluffige oder sandige Lagen vor. Diese Auenlehme weisen Mächtigkeiten von bis zu 3,2 m auf. Sie treten überwiegend im östlichen Bereich des Baugebietes auf.

Die Auensedimente und die feinkornreichen Schichten der pleistozänen Terrassensedimente verzahnen lokal. So ist es möglich, dass letztere kleinräumig von den Auensedimenten überlagert werden.

Im Bohrlochtiefsten wurde Mergelstein (Fels) angetroffen, der in den ersten 1 – 2 m unter der Schichtgrenze leicht bis stark verwittert ansteht. Unterhalb tritt er meist als unverwittertes Festgestein auf.

Ein genereller Trend der Tiefenlange der Schichtgrenzen des Mergelgesteins ist nicht zu erkennen. Sie schwanken kleinräumig sehr stark in ihrer Tiefenlage. Einige der überlagernden Lockergesteinsschichten fehlen lokal vollständig.

3.2. Beschreibung der Bodenschichten

Auffüllungen (bis ca. 3,70 m unter GOK)
Homogenbereiche A1 und A2

In den abgeteuften Kleinbohrungen sowie in den großformatigen Baugrund-Aufschlussbohrungen wurden bis max. 3,70 m unter GOK Auffüllungen erkundet. In einigen Bereichen wurden Auffüllungen ohne mineralische Fremdbestandteile angetroffen, diese werden als Verfüllungen bzw. Umlagerungen interpretiert. Aufgrund der etwa 150 Jahre andauernden intensiven gewerblichen Nutzung des Geländes, wurde Material im Zuge von Gebäudeneubauten und Gebäudeabrissen verfüllt bzw. umgelagert. Die oberflächennahen Auffüllungen (Kies- und Schottertragschichten, belastete Böden und Bauschutt) wurden im Zuge der Rückbauarbeiten abgetragen (Dokumentation erfolgt nach Abschluss der Rückbauarbeiten in einem Fachbauleitungsbericht).

Homogenbereich A1

Die Auffüllungen bestehen aus teils ± schluffigen (dann häufig stark schluffigen), teils schwach tonigen, ± sandigen, teils steinigen Kiesen, die überwiegend locker bis mitteldicht gelagert sind. Vereinzelt kommen auch schluffige, kiesige Sande in lockerer Lagerung vor.

Homogenbereich A2

Die bindigen Schichten des Homogenbereichs A2 stehen als ± sandige, ± kiesige, teils schwach steinige, ± tonige Schluffe oder als ± kiesige, ± sandige, stark schluffige bis schluffige Tone

weicher bis steifer Konsistenz an. Vereinzelt kommen organikreiche Lagen in diesen Formationen vor.

Im südlichen und insbesondere im südöstlichen Bereich des Projektgebiets wurden umgelagerte und aufgefüllte Tone mit schluffigen, schwach sandigen und schwach kiesigen Anteilen bis in eine Tiefe von 3,30 m aufgeschlossen. Lediglich sehr geringe Mengen Ziegelbruch deuten auf eine Umlagerung bzw. Auffüllung hin. Ansonsten ist die Abgrenzung zum natürlich anstehenden Auelehm (Homogenbereich B2) nicht immer eindeutig möglich.

In den Bohrungen BK4 und BK9 sowie in den Kleinbohrungen RKS1 bis RKS3 kommen in den Auffüllungen Ziegelbruchstücke vor. Betonbruchstücke wurden in den Kleinbohrungen RKS1 und RKS4 angetroffen. In der Bohrung BK3 wurde in den Auffüllungen auch Brandschutt erkundet. In den Bohrungen BK7, BK8 sowie in den Kleinbohrungen RSK-6 und RSK-8 wurden keine Auffüllungen angetroffen.

Terrassensedimente (bis ca. 7,70 m unter GOK)
Homogenbereich B1.1 und B1.2

Homogenbereich B1.1

Die ± sandigen, teils schwach steinigen, ± schluffigen, teils schwach tonigen Kiese wurden bis zu einer Tiefe von 7,70 Meter erbohrt. Ein deutlicher Trend des Mächtigkeitsverlaufs ist nicht zu erkennen. Diese Sedimente sind meist mitteldicht, teils locker gelagert. In der Bohrung BK-6 wurden in einer 20 cm mächtigen Lage, Verfestigungen sowie ein „auffälliger Geruch“ beschrieben.

Homogenbereich B1.2

Ebenso treten meist stark kiesige, ± sandige, teils ± tonige Schluffe in den Terrassensedimenten von weicher bis steifer Konsistenz auf.

Da die Terrassensedimente mit den Auelehmen (Homogenbereich B2) verzahnen können, kann es zu einer inversen Lagerung dieser Schichten kommen.

Auelehm (bis ca. 4,10 m unter GOK)
Homogenbereich B2

Auelehme in Form von teils ± sandigen, teils kiesigen, teils ± schluffigen Tonen weicher bis halbfester Konsistenz wurden bis zu einer Tiefe von 4,10 m aufgeschlossen. Im östlichen Bereich des Baugebietes steht Auelehm in größeren Mächtigkeiten (> 1 m) an. Geringer mächtige Lagen dieses Homogenbereichs (< 1 m) können allerdings auch in den westlichen Bereichen des Gebietes vorkommen. Bereichsweise kommen organische Bestandteile vor (vgl. RKS6).

Die Terrassensedimente und die Auelehme verzahnen miteinander. Daher kann es lokal zu einer inversen Lagerung dieser Schichten kommen.

Posidonienschiefer (bis zur Endteufe erkundet)
Homogenbereich X3.1 bis X3.3 (Verwitterungsabfolge)

Unterhalb der Terrassensedimente und der Auenlehme wurde ± horizontal gelagerter Posidonienschiefer (Lias ε) aufgeschlossen. Der dunkelgraue, fossilienreiche, feinlaminierte Tonstein bzw. mergelige Tonstein bzw. Mergelstein ist meist leicht karbonatisch (schwache Reaktion auf HCl) und enthält teilweise wenige Millimeter große Pyritkristalle, die häufig als bis zu 1 cm große Agglomerate vorkommen. Nach 24 Stunden Wasserlagerung zeigt das Gestein keine Veränderungen, und ist damit als nicht veränderlich zu bezeichnen. Meist im Bereich der Schichtobergrenze ist das Gestein zunehmend verwittert und zerfällt entlang der Lamination plattig. Der Verwitterungshorizont reicht von der Schichtoberkante bis in eine Tiefe von bis zu etwa 4 m (meist geringer) bzw. bei BK8 bis ca. 9,4 m unter GOK. Stärker verwitterte Abschnitte weisen teils Lockergesteinseigenschaften auf und bilden teils einen Übergangsbereich zu den überlagernden Böden. Von der Schichtoberkante aus sind die folgenden Verwitterungsgrade nach DIN EN ISO 14689:2018 feststellbar:

- X3.1 Mergel frisch / unverwittert
- X3.2 Mergel verfärbt / angewittert
- X3.3 Mergel zerfallen / stark verwittert

Die Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins variiert je nach Verwitterungsgrad von „außerordentlich gering“ in zerfallenen Bereichen bis hin zu einer „mäßig hohen“ Festigkeit in unverwitterten Bereichen. Die Verwitterungsstufe des Gebirges nach DIN ES ISO 14689 kann nur

anhand der Ergebnisse aus den Bohrungen nicht exakt bestimmt werden. Dafür wäre eine großflächigere Betrachtung des Gesteines notwendig.

Die Tiefenlage der Schichtobergrenze weist keinen eindeutigen Trend auf. Im zentralen Bereich des Untersuchungsgebiets wurde das Festgestein erst ab einer Tiefe von bis zu 8 m unter GOK (BK 2) angetroffen, während es im südlichen und nördlichen Bereich ab 1 bis 5 m unter GOK angetroffen wird. Möglicherweise handelt es sich bei der unregelmäßigen Oberfläche des Festgesteins um Rinnenstrukturen. Entsprechend ist es möglich, dass der Verwitterungsgrad durch fluviatile Erosionsprozesse lokal deutlich verstärkt wurde. In diesem Fall ist mit kleinräumigen Unterschieden im Verwitterungszustand des Gesteins zu rechnen.

Je nach Lokalität kann in Posidonienschiefer ein nicht unerheblicher Anteil an Kohlenwasserstoffen vorkommen. Daher ist das Gestein beim Aushub / Abtrag bei organoleptischer Auffälligkeit zu beproben und dann entsprechend der jeweiligen Deklarationsanalytik (z. B. entsprechend dem Anforderungsprofil der maßgebenden Grube) zu entsorgen bzw. wiederzuverwerten.

Für den Posidonienschiefer bleibt festzuhalten, dass dieser während der Bauphase (Aushub), sowie durch Dräneffekte im Zuge der Bebauung nicht über den Grundwasserschwankungsbereich hinaus trockenfallen darf. Bei Austrocknung dieser Bodenschichten ist ansonsten mit Hebungseffekten durch Oxidation des im Gestein vorhandenen Pyrits und Ausbildung von Gips-Kristallen zu rechnen. Mögliche Schäden an der bestehenden Bebauung wären die Folge.

Ebenso ist aufgrund des Pyritgehalts zu empfehlen die Betonaggressivität des Gesteines zu überprüfen.

3.3 Qualitative Beurteilung der erkundeten Böden

In den nachfolgenden Tabellen (5.1 und 5.2) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme beurteilt.

Tabelle (5.1) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

Bewertungskriterien	**Auffüllungen**		**Terassensedimente**	
	Kiese / Sande	**Schluffe / Tone**	**Kiese**	**Schluffe / Tone**
Homogenbereich	**A1**	**B1**	**B1.1**	**B1.2**
Tragfähigkeit	mittel	gering – mittel	mittel	gering – mittel
Kompressibilität	mittel – gering	mittel – groß	gering – mittel	mittel
Standfestigkeit	mittel – gering	gering – mittel	gering – mittel	mittel
Wasserempfindlichkeit	mittel – groß	groß	mittel	groß
Frostempfindlichkeit / Klasse nach ZTV E-StB 17	mittel – groß F2 – F3	groß F3	mittel – groß F2 – F3	(mittel –) groß (F2 –) F3
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel – groß	gering – mittel	gering – mittel	gering – mittel
Wasserdurchlässigkeit	gering – sehr groß	gering – sehr gering	gering – mittel	gering
Lösbarkeit	leicht / mittelschwer	mittelschwer / fließend[1)]	mittelschwer / schwer[2)]	mittelschwer / schwer / fließend[1)]

1) bei ≤ breiiger Konsistenz und einem Feinkornanteil > 15 % werden hier fließende Böden entsprechend der Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend

2) stärker verfestigte Abschnitte in den Terrassensedimenten sind möglich; dann können die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300:2012-09 (schwer lösbare Bodenarten, leicht bis schwer lösbarer Fels) auch hier maßgebend werden

Tabelle (5.2) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

Bewertungskriterien	**Auelehm**	**Posidonienschiefer**		
	Tone	**Tonstein (frisch)**	**Tonstein (verfärbt)**	**Tonstein (zerfallen)**
Homogenbereich	**B2**	**X3.1**	**X3.2**	**X3.3**
Tragfähigkeit	gering – mittel	sehr gut	sehr gut	sehr gut – gut
Kompressibilität	± mittel	sehr gering	sehr gering – gering	gering
Standfestigkeit	gering – mittel	seht gut	sehr gut - gut	gut - mittel
Wasserempfindlichkeit	groß	gering[1)]	gering[1)]	gering[1)]
Frostempfindlichkeit / Klasse nach ZTV E-StB 17 (für Lockergestein)	groß F3	kluftabhängig	kluftabhängig	kluftabhängig

Fortsetzung Tabelle (5.2) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	sehr gering	gering	gering - mittel
Wasserdurchlässigkeit	sehr gering	sehr gering - groß	gering - groß	sehr gering - groß
Lösbarkeit	mittelschwer / fließend[2)]	schwer lösbarer Fels	leicht lösbarer Fels / schwer lösbarer Fels	(leicht)[3)] / (schwer)[3)] / leicht lösbarer Fels

[1)] bei Trockenfallen unterhalb des Grundwasserschwankungsbereich kann es zu Hebungen kommen
[2)] bei ≤ breiiger Konsistenz und einem Feinkornanteil > 15 % werden hier fließende Böden entsprechend der Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend
[3)] abhängig von dem Verwitterungsgrad und den daraus möglicherweise resultierenden bindigen Eigenschaften

3.3. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserverhältnisse wurden im Zuge der Planung für den Rückbau des Altstandortes eingehend untersucht (siehe Arbeitsunterlagen [U7] und [U8]). Aus den Untersuchungen der auf dem Gelände verteilten Grundwassermessstellen an zwei Stichtagen im Jahr 2019 geht hervor, dass die Grundwasserfließrichtung westlich bis nordwestlich orientiert ist (Anlage 1.2). Das Gefälle der Grundwasseroberfläche beträgt 5 - 6 % und ist damit als hoch einzustufen. Die hydraulischen Durchlässigkeiten liegen im Übergangsbereich zwischen den Terrassensedimenten und den obersten, verwitterten Schichten des Posidonienschiefers bei ca. 4,2 x 10^{-6} m/s bis 8,9 x 10^{-5} m/s.

Es wurde interpretiert, dass die Keller der ehemaligen Gebäude 2, 3, 9 und 13 (vgl. Lageplan Anlage 1.2) im Grundwasserwechselbereich liegen.

Ein stark schwankender Grundwasserspiegel wurde auch im Zuge des Rückbaus festgestellt und dokumentiert. Am 05.06.2024 wurden nach anhaltend starken Regenfällen Abstichmessungen an den vorhandenen Grundwassermessstellen durchgeführt. Dabei ergaben sich etwa 1 - 2 Meter höhere Grundwasserstände als bisher dokumentiert.

Insgesamt bleibt festzustellen, dass die Terrassensedimente vermutlich einen temporären Grundwasserleiter, die Posidonienschiefer hingegen einen permanenten Kluftgrundwasserleiter bilden. In Trockenphasen sinkt der Grundwasserspiegel teilweise bis in den Kluftgrundwasserleiter ab, in niederschlagsreichen Phasen kann der Grundwasserstand nahe der

Geländeoberkante liegen. In Bereichen, in denen der Posidonienschiefer erst in größeren Tiefen ansteht, ist ein permanenter Grundwasserspiegel in den Terrassensedimenten nicht auszuschließen.

4. Orientierende Untersuchung der Schadstoffgehalte und abfallrechtliche Bewertung

Im Zuge des Rückbaus des Altstandortes wurden alle bekannten Gebäude und Fundamente rückgebaut und entsorgt. Schadstoffbelastete Bereiche wurden abgetragen und abgefahren. Um den Sanierungserfolg nachzuweisen, wurden im Anschluss Sohlproben auf den sanierten Flächen genommen und auf die Parameter PAK, MKW und Schwermetalle im Feststoff untersucht. Einige Bereiche weisen Schwermetallbelastungen > BM-0 auf, was aber auf geogene Ursachen zurückzuführen sein könnte. Eine ausführliche Darstellung der verbliebenen Schadstoffbelastungen auf den sanierten Flächen findet im gesonderten Abschlussbericht der Rückbauarbeiten statt und sind bei zukünftigen Bauvorhaben auf dem Maute-Areal zu berücksichtigen.

5. Erdbauliche und Erdstatische Grundlagen

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Boden- und Felsschichten auf Grundlage der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert, beschrieben und qualitativ beurteilt. Im Folgenden werden die hieraus resultierenden, für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben. Bei der Boden- und Felsklassifizierung werden neben den Homogenbereichen nach DIN 18300: 2019-09 auch die Bodenklassen nach der zurückgezogenen DIN 18300: 2012-09 (informativ) genannt.

5.1. Boden- und Felsklassifizierung

Tabelle (6) Boden- und Felsklassifizierung

Boden- Felsschicht	Homogenbereich DIN 18300:2019-09	Bodenart DIN 4023	Boden-gruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300:2012-09
Auffüllungen				
Auffüllung (Kies, ± sandig, teils steinig, ± schluffig, teils schwach tonig und Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig)	A1	A (G, ± s, (x), ± u, (t‘)) und A (S, g, u)	GW / GI / GU / GU* / GT / SW / SI / SU	3 / 4 / (2)[1)]
Auffüllung (Schluff, ± tonig, ± sandig, ± kiesig, teils leicht steinig, teils organisch) und Auffüllung (Ton, ± schluffig, ± sandig, ± kiesig, teils organisch)	A2	A (U, ± t, ± s, ± g, (x‘), (o)) und A (T, ± u, ± s, ± g, (o))	UL / UM / UA / TL / TM / TA / OU /OT	(2)[1)] / 4 / 5

Fortsetzung Tabelle (6) Boden- und Felsklassifizierung

Terrassensedimente				
Kies, ± sandig, teils schwach steinig, ± schluffigen, teils schwach tonigen	B1.1	G, ± s, (x‘), ± u, (t‘)	GU / GU* / GT	4 / 5 [2)]
Schluffe, teils ± tonig, stark kiesig, ± sandig	B1.2	U, (± t), g*, ± s	UL / UM / UA	(2)[1)] / 4 / (5)
Auelehm				
Ton, teils ± schluffig, teils ± sandig, teils kiesig, teils organisch	B2	T, (± u), (± s), (g), (o)	TL / TM / TA / OU	(2)[1)] / 4 / (5)
Posidonienschiefer				
Tonstein / Mergelstein	X3.1; X3.2; X3.3	Tst / Mst	--	(5) / 6 / 7

[1)] bei ≤ breiiger Konsistenz und einem Feinkornanteil > 15 % werden hier fließende Böden entsprechend der Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend
[2)] stärker verfestigte Abschnitte in den Terrassensedimenten sind möglich; dann können auch hier die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300:2012-09 (schwer lösbare Bodenarten, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

5.2. Boden- und Felsparameter

In nachfolgender Tabelle (7) werden für die überwiegend erkundeten Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben.

Tabelle (7) Charakteristische Bodenparameter

Bodenschicht (Homogenbereich)	Lagerung / Konsistenz	γ kN/m³	γ' kN/m³	φ'_k °	c'_k kN/m²	$E_{s,k}$ MN/m²	k_f m/s
Auffüllungen (A1 bzw. A2)							
Auffüllung (Kies, ± sandig, teils steinig, ± schluffig, teils schwach tonig / A1 bzw. Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig) / A1	locker – mitteldicht	18 – 20	8 – 10	27,5 – 32,5	0 – 5	20 – 50	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$

Fortsetzung Tabelle (7) Charakteristische Bodenparameter

Auffüllungen							
Auffüllung (Schluff, ± tonig, ± sandig, ± kiesig, teils leicht steinig, teils organisch) / A2 bzw. Auffüllung (Ton, ± schluffig, ± sandig, ± kiesig, teils organisch) / A2	weich – steif	18 – 10	8 – 9	22,5 – 27,5	2 – 8	2 – 8	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Terrassensedimente (B1.1)							
Kies, ± sandig, teils schwach steinig, ± schluffigen, teils schwach tonigen	locker – mitteldicht	20 – 21	10 – 12	32,0 – 35,0	0 – 4	50 – 100	$\leq 1 \cdot 10^{-3}$
Schluffe, teils ± tonig, stark kiesig, ± sandig	weich – steif	19 – 20	9 – 10	25,0 – 27,5	5 – 15	7 – 20	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Auelehm (B1.2)							
Ton, teils ± schluffig, teils ± sandig, teils kiesig, teils organisch	weich – halbfest	19 – 20	9 – 10	22,5 – 27,5	5 – 10	3 – 10	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Posidonienschiefer (X3.1 bzw. X3.2 bzw. X3.3)							
Tonstein / Mergelstein (frisch) / X3.1	--	22 – 27	13 – 17	27,5 – 35,0	10 – 20	> 200	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$ [2]
Tonstein / Mergelstein (verfärbt) / X3.2	--	20 – 23	10 – 13	< 5[1] – 22,5	0 – 5	> 120	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$ [2]
Tonstein / Mergelstein (zerfallen) / X3.3	--	18 – 20	9 - 10	22,5 – 27,5	0 - 10	70 - 150	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$ [2]

[1] Sehr geringe Reibungswinkel möglich bei Füllung der Trennflächen mit verwittertem, tonigem Material, abrutschen von intakten Blöcken auf Gleitbahn

[2] Durchlässigkeit vor allem von Trennflächenhäufigkeit, -orientierung und -beschaffenheit abhängig, vermutlich deutlich geringere Durchlässigkeit

Die o. g. Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden und Gesteinen. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. in stärker bindigen Abschnitten, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Sollte es im Posidonienschiefer zu Nass-Trocken-Wechseln kommen, ist ebenfalls mit einer Reduktion der Parameter zu rechnen. Für nähere Angaben der Parameter wären hier auch deutlich aufwendigere Untersuchungen erforderlich.

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als grobe Anhaltswerte anzusehen und können stärkeren Schwankungen (±) unterliegen. Da die Durchlässigkeit in den unverwitterten Ton- und Mergelsteinen vor allem von der Klüftung bestimmt wird, sind hier örtlich starke Abweichungen von dem angegebenen Wert möglich.

Die gesamten Schwankungsbreiten der Bodenparameter für den maßgebenden Homogenbereich nach DIN-Norm 18300:2019-09 können der Anlage (5) entnommen werden.

6. Bauausführung / Gründung

6.1. Allgemeines / Erdbebenzone / Geotechnische Kategorie

Die Bauherrschaft beabsichtigt, wie eingangs erwähnt, den Neubau unterschiedlicher Gebäudetypen in einem neu geplanten Quartier (vgl. Lageplan in Anlage (1.1)). Die Gebäude werden unterkellert und bereichsweise über Tiefgaragen verbunden. Die Gründungstiefe der unterkellerten Gebäude wird mit etwa ± 4 m unter GOK angenommen. Die Gebäudehöhen schwanken zwischen zwei Vollgeschossen und Dachgeschoss sowie maximal vier Stockwerken mit Flachdach.

Das hier behandelte Untersuchungsareal liegt gemäß DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 (ehemals DIN 4149) in der Erdbebenzone 3 und ist der Untergrundklasse R zuzuweisen. Entsprechend muss bei statischen Bemessungen der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung in diesem Bereich von 0,8 m/s^2 berücksichtigt werden. Aufgrund des komplexen Baugrundaufbaus sind die Bauwerke nach DIN 4020: 2010-12 und DIN 1054:2021-04 in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

Nachfolgend werden Angaben hinsichtlich der Gründung der Gebäude aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht ausgearbeitet.

In der angenommenen Gründungstiefe von 4 m unter GOK steht meist der angewitterte bis nicht verwitterte Mergelstein der Posidonienschiefer-Formation an (Homogenbereich X3.1 bis X 3.3). Aufgrund der in Abschnitt 3 näher beschriebenen unregelmäßigen Schichtoberfläche des Festgesteins, kommen in der genannten Gründungstiefe aber ebenfalls noch kiesige und schluffige Terrassenablagerungen und Auelehme vor (Homogenbereiche B1.1, B1.2 und B 2).

Wie in Kapitel 3.3 erläutert, ist mit einem stark schwankenden Grundwasserspiegel zu rechnen. Lokal und temporär sind Grund- bzw. Schichtwasserstände bis zur Geländeoberkante (Bestandsgelände) möglich. Dies ist hinsichtlich der Bauausführung und der Bauwerke zu beachten.

6.2. Bettungsmodule für Gründungen

Zur statischen Berechnung elastisch gebetteter Bauteile, wie z.B. von Plattengründungen für die Wohngebäude, bei einer Gründung in den verschiedenen auf Gründungsniveau anstehenden Formationen, werden in nachfolgender Tabelle (8) die erforderlichen Bettungsmodule $k_{s,k}$ angegeben. Diese sind im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes zu verstehen. Die Lasten aus Platten und Wänden werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund, auf variabler Breite in den Boden eingetragen.

Tabelle (8) Bettungsmodule für Plattengründungen bei einer Gründung in den Terrassensedimenten ≥ lockerer Lagerung bzw. weicher Konsistenz bzw. Mergelsteinen

Grünungsniveau	Art der Belastung	Bettungsmodul $k_{s,k}$ [MN/m³]
Gründung in den kiesigen Terrassensedimenten, Oberkante Mergelstein bei etwa 8 m unter GOK (Homogenbereich B1.1)	**Vier Stockwerke + Keller / Tiefgarage** Flächenlast (Plattenbereich) Lastniveau 100 – 150 kN/m²	10 – 15
	Linienlast (z.B. Außenwandbereich) Lastniveau 200 – 280 kN/m²	15 – 20
	Drei Stockwerke + Keller / Tiefgarage **bzw.** **Zwei Stockwerke + Dachgeschoss + Keller / Tiefgarage** Flächenlast (Plattenbereich) Lastniveau 70 – 120 kN/m²	7 – 15
	Linienlast (z.B. Außenwandbereich) Lastniveau 160 – 220 kN/m²	10 – 20
Gründung in den Ton-/Mergelsteinen des Posidonienschiefers (Homogenbereich X3.1, X3.2, X3.3)	**Vier Stockwerke + Keller / Tiefgarage** Flächenlast (Plattenbereich) Lastniveau 100 – 150 kN/m²	25 – 50
	Linienlast (z.B. Außenwandbereich) Lastniveau 200 – 280 kN/ m²	50 – 70

Fortsetzung Tabelle (8) Bettungsmodule für Plattengründungen bei einer Gründung in den Terrassensedimenten ≥ lockerer Lagerung bzw. weicher Konsistenz bzw. Mergelsteinen

Drei Stockwerke + Keller / Tiefgarage **bzw.** **Zwei Stockwerke + Dachgeschoss + Keller / Tiefgarage**	
Flächenlast (Plattenbereich) Lastniveau 80 – 120 kN/m²	20 – 30
Linienlast (z.B. Außenwandbereich) Lastniveau 160 – 220 kN/ m²	40 – 60

Werden detailliertere Angaben z.B. für die Entwurfsplanung erforderlich, können die Bettungsmodule auch unter Zugrundelegung der in Tabelle (7) angegebenen Bodenparameter und unter Berücksichtigung der letztendlichen Gründungsform und Belastung genauer wie folgt bestimmt werden:

$$k_{s,k} = \text{mittlere Bodenpressung / mittlere Setzung (MN/m}^3\text{)}$$

Die mittleren Setzungen sind hierbei unter Zugrundelegung der in Tabelle (7) angegebenen Bodenparameter, z.B. nach DIN 4019, zu bestimmen.

6.3. Gründung der Gebäude

Nach den uns vorliegenden Unterlagen zu dem Bauvorhaben sowie in Anbetracht des Baugrundaufbaus ist eine Plattengründung der Bauwerke zu empfehlen.

Für statische Berechnungen sind hier die Bettungsmodule (vgl. Tabelle (8)) und erforderlichenfalls die Bodenparameter (vgl. Tabelle (7)) anzusetzen. Die weiteren Angaben des Abschnitts 5 sind zu beachten.

Eine Gründung in den Ton- / Mergelsteinen der Posidonienschiefer (Homogenbereich X3.2) ist aus geotechnischer Sicht gut möglich. Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ist hier mit geringen Setzungen im 1-Zentimeter-Bereich zu rechnen. Auch in den kiesigen Terrassensedimenten ist eine Gründung aus geotechnischer Sicht möglich. Hier sind dann allerdings etwas stärkere Setzungen zu beachten. Um Setzungen zu minimieren, ist auf eine möglichst geringe Auflockerung der Baugrubensohle auf Endaushubtiefe in den Terrassensedimenten und auch

im Feld zu achten. Der Endaushub sollte daher rückschreitend mit einer Glattschaufel in den Terrassensedimenten erfolgen. Falls es zu einer Auflockerung der anstehenden kiesigen Terrassensedimente kommen sollte bzw. generell, sind diese fachgerecht nachzuverdichten ($D_{pr} \geq$ 100 % bzw. $E_{v2} \geq$ 100 MN/m²).

Aufgrund der stark schwankenden Tiefenlage des Posidonienschiefers (Homogenbereiche X3.1 – X3.3), können für ein Gebäude kleinräumig verschiedene Gründungssituationen und somit auch Bauwerkssetzungen maßgebend werden. Falls sich die daraus resultierenden Setzungsdifferenzen für das Bauwerk als unverträglich erweisen, werden zusätzliche Gründungsmaßnahmen erforderlich. Dies ist ggf. im Zuge der Entwurfsplanung mit Setzungsberechnungen zu überprüfen.

Tieferreichende gering tragfähige Schichten (Auffüllungen / ggf. Auelehm im Gründungsbereich etc.) sind unter den Gründungselementen in jedem Fall komplett durch gut tragfähigen Kies auszutauschen.

Um Differenzsetzungen zu verringern, ist generell unter den Bodenplatten der Einbau einer etwa 0,4 m mächtigen Kiestragschicht zu empfehlen. Hierfür ist Fremdmaterial (z. B. Kies 0/63 mm, Feinkornanteil < 5 %) der Bodengruppe GW nach DIN 18196 zu empfehlen. Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise (d ≤ 30 cm) mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq$ 100 %) einzubauen. Die Kiestragschicht ist dabei mit einer seitlichen Verbreiterung von 45° (zur Horizontalen) über die Außenkanten der Bodenplatte hinaus einzubauen. Der Überstand der Kiestragschicht muss demnach mindestens der Bodenaustauschmächtigkeit unterhalb der Bodenplatte entsprechen. Entsprechend muss die Größe der Baugrube angepasst werden. Das Material mit der Beschränkung des Feinkorn- und des Sandanteils kann dann auch der offenen Wasserhaltung (siehe Wasserhaltung) dienen.

Trägt der Einbau einer Kiestragschicht und der Ausbau von gering tragfähigen Böden im Gründungsbereich nicht zur ausreichenden Reduktion der Setzungsdifferenzen bei, können in Bereichen, in denen auf Gründungsniveau keine gut tragfähigen Gesteine der Felsgesteine anstehen, zur weiteren Vereinheitlichung der Setzungen tiefreichende Bodenverbesserungen notwendig werden. Dies ist beispielsweise mittels CSV-Säulen, die mindestens 1,5 – 3,0 m in die gut tragfähigen Posidonienschiefer (Homogenbereichen X 3.2 und X3.3) einbinden denkbar. Aber auch bei Ausführung einer tieferreichenden Bodenverbesserung z. B. mittels CSV-Säulen bis in Posidonienschiefer ist noch mit gewissen Setzungen im Bereich der Bodenverbesserung

zu rechnen, was dann noch näher zu untersuchen ist. Auch andere Maßnahmen zur Bodenverbesserung sind denkbar (Schottersäulen / evtl. auch Betonsäulen). Dies wäre dann noch näher zu untersuchen.

Tiefreichende Bodenverbesserung mit CSV-Säulen

Bei der Ausführung des COPLAN-Stabilisierungsverfahrens (CSV) wird ein trockenes Sand-Zement-Gemisch säulenförmig (Durchmesser ca. 15 – 20 cm) in engem Abstand erschütterungsfrei in den Untergrund eingebracht. Dabei wird das Gemisch über eine Schnecke in ein erzeugtes Verdrängungsloch verpresst. Die hydraulische Einpressung der Schnecke in den Untergrund ist etwa bis zu Schlagzahlen der schweren Rammsonde von $n_{10} \leq 10$ bis 12 möglich. Von Vorteil ist, dass beim Einbringen des Trockenmörtels die Länge der Säule anhand des Einbringwiderstandes auf die unterschiedliche Tiefenlage des besser tragfähigen Baugrundes, der gemäß den Baugrundaufschlüssen in Tiefenlagen von maximal 8 m unter GOK zu erwarten ist, angepasst werden kann.

Das eingebrachte Sand-Zement-Gemisch bindet unter Entzug des benötigten Wassers aus dem umliegenden Boden ab. So wird neben Verspannungseffekten auch eine Verbesserung der teils anstehenden stärker bindigen Böden erreicht. Bei einem entsprechend engen Stabilisierungsraster wirken die eingebrachten Säulen in der Gruppe mit dem verdrängten Boden entsprechend einem stabilisierten Bodenkörper, für den dann rechnerisch ein Ersatzsteifemodul in Ansatz gebracht werden kann. Die Bodenplatte wird dann mit einer Kiestragschicht über diesen CSV-Säulen gegründet.

Entscheidend für die Herstellung dieser zementgebundenen, vertikalen Trockenmörtelsäulen ist eine ausreichend stabile Verdrängungslochwandung des umgebenen Bodens, die in breiigen bis sehr weichen Böden nicht ohne weiteres gegeben ist. Vorliegend ist eine ausreichende seitliche Stützung gegeben.

Die unbewehrten Beton-Säulen sind in den Terrassensedimenten ggf. flächig unter dem Gebäude anzuordnen. Nähere Angaben zu diesem Verfahren oder zu anderen Bodenverbesserungsmaßnahmen, soweit erforderlich, sind dann im Zuge der Entwurfsplanung möglich.

Als Tragschicht unter der Bodenplatte sowie als Arbeitsplanum für die Ausführung der CSV-Säulen ist eine dem Untergrund angepasste, etwa 40 – 50 cm starke Kiesschicht auf

Vliestrennlage (Vlies GRK 3), wie zuvor beschrieben, lagenweise verdichtet herzustellen. Die Kiestragschicht ist dabei auch hier unter einer seitlichen Verbreiterung von 45° zur Horizontalen unter der Bodenplatte einzubauen.

Nach den Verdichtungsmaßnahmen dieser Tragschicht werden z. B. die CSV-Säulen dann durch diese Kiestragschicht hindurch hergestellt. Verfahrensbedingt sind dabei Geländehebungen von einigen Zentimetern möglich. Die Kiestragschicht darf nach Ausführung des Stabilisierungsverfahrens nicht mehr verdichtet oder mit schwerem Gerät befahren werden, da dies zu einer Störung der CSV-Säulen führen kann.

6.4. Baugrubenverbau / Böschungen

Für die Erstellung der Bauwerke werden gemäß den zuvor ausgeführten Annahmen und Festlegungen, Aushubtiefen von bis zu etwa 4,5 m unter GOK erforderlich. In den Felsformationen wird auch Meißelarbeit zum Aushub der Baugruben bis in diese Tiefe erforderlich.

Im Bereich von setzungsempfindlicher Bestandsbebauung oder setzungsempfindlichen Sparten ist zur Baugrubensicherung ein Baugrubenverbau z. B. mittels überschnittener oder tangierenden Bohrpfahlwänden in den Lockergesteinen zu empfehlen. Neben der Wasserdichtigkeit und den geringen Verformungen, die diese Verbaumethode ermöglich, ist auch der erschütterungsarme Einbau von Vorteil. Insbesondere an der Nordwestgrenze des Maute-Areals ist dies aufgrund der geringen Distanz zu der erschütterungsempfindlichen Bahnstrecke ggf. von Vorteil. Aufgrund der größeren Steifigkeit dieses Verbaus kann dieser trotz Aushubtiefen von bis zu 4,5 m ggf. ohne Rückverankerung realisiert werden. Dies ist aber selbstverständlich zuvor rechnerisch zu prüfen. Bei erforderlichen Verankerungen sind die Verpressstrecken der Anker ≥ 4,0 m unter GOK in den anstehenden Lockergesteinen (kiesigen Böden) vorzusehen.

Alternativ zu einer überschnittenen Bohrpfahlwand, können die Bohrpfähle auch tangierend ausgeführt werden. In diesem Fall ist die Wasserdichtigkeit der Baugrubenumschließung allerdings nicht gewährleistet und muss bei der Dimensionierung der Wasserhaltung (siehe Wasserhaltung) berücksichtigt werden.

Bezüglich der Erstellung der Bohrpfähle sei auf die Tabelle (6) in Kapitel 5.1 und die entsprechenden Normenwerke (z. B. DIN EN 1536) verwiesen. Verbauten sind statisch nachzuweisen

und zu dimensionieren. Für statische Berechnungen kann auf die Tabellenwerte in Tabelle (7) in Kapitel 5.2 zurückgegriffen werden. Bei der hier vorliegenden Situation sind insbesondere die Lasten aus den umliegenden Bestandsbauwerken und dem Bahn-, Straßen- und evtl. Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

In weniger setzungsempfindlichen Bereichen kann ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau) gewählt werden. Die Bohlträger für den Berliner Verbau sind dabei in verrohrt vorgebohrte und z. B. mit Rollkies rückverfüllte Bohrlöcher einzustellen. Bohrhindernisse bzw. Fels, die zumindest im Tieferen (Posidonienschiefer) sicher zu erwarten sind, müssen mittels Meißelarbeiten beseitigt bzw. durchörtert werden. Die notwendigen erdstatischen Nachweise für den Verbau sind zu führen. Hierfür kann wiederum auf die Bodenparameter in Kapitel 5.2, Tabelle (7), zurückgegriffen werden. Bei den zu erwartenden Aushubtiefen werden bei einer ausreichenden Einbindung der Träger voraussichtlich keine Aussteifungslagen oder Rückverankerungen erforderlich. Dies ist zuvor aber auch hier rechnerisch zu prüfen. Bei örtlichem Schichtwasserzufluss ist ggf. eine dichte Ausbildung der Ausfachung auszuführen.

Wird in den anstehenden Böden eine geböschte Baugrube ausgebildet, ist diese gemäß DIN 4124 in den erkundeten, nichtbindigen Böden und weichen bindigen Böden bei Aushubtiefen von ≥ 1,25 m mit einer maximalen Böschungsneigung von ≤ 45° zur Horizontalen auszubilden. Bei steifen bindigen Böden kann die Baugrube mit 60° geböscht werden. Bei Fels ist eine Böschung von bis zu 80° zulässig. Die Böschungskronen müssen generell frei von Lasten gehalten werden; ansonsten sind hier Standsicherheitsuntersuchungen und ggf. zusätzliche Sicherungen erforderlich. Um stärkere Oberflächenerosionen durch Oberflächenwasser oder Schichtwasser zu vermeiden, ist eine Oberflächensicherung der Böschungen bei längeren Standzeiten erforderlich. Die weiteren Angaben der DIN 4124 sind für geböschte Gruben zu beachten.

6.5. Wasserhaltung

Wie in Abschnitt 3.3. beschrieben, ist aufgrund der vorangegangenen Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse (siehe Arbeitsunterlagen [U7] [U8]) von einem, je nach Niederschlag, um bis zu etwa 2 m schwankenden Grundwasserstand auszugehen. Ein permanenter Kluftgrundwasserleiter ist in dem Posidonienschiefer zu erwarten, welcher von dem stark schwankenden Grundwasserleiter in den Lockergesteinen (Homogenbereiche A1, A2, B1.1, B1.2 oder B2) ggf. überlagert wird. Hohe Grund- bzw. Schichtwasserstände bis nahe GOK sind abschnittsweise nicht auszuschließen. Da die notwendigen Aushubtiefen bis zu 4,5 m unter GOK liegen, werden hier Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Um die oft feinkornreichen Lockergesteine zu entwässern, sind bei höheren Wasserständen ggf. Vakuumwasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen. Die Lanzen sind dafür entlang der geplanten Böschungen im Bedarfsfall mit einem Abstand von 1,5 – 2,5 m und bis etwa 2 m unter die erforderliche Aushubtiefe oder so tief wie möglich, bei hoch anstehenden Posidonienschiefern, einzuspülen.

Generell sind im Bereich der Aushubsohlen eine ≥ 0,25 m mächtige Filterkieslage, ausgefilterte Dränagen, Pumpensümpfe und Pumpen vorzusehen. Als Filterkiesschicht können gut gestufte, hohlraumreiche Kiese (z. B. Frostschutzkies der Körnung 8/16 mm oder 16/32 mm) Verwendung finden. Stehen die Terrassensedimente oder stark verwitterte Posidonienschiefer (Homogenbereich X3.3) auf Aushubniveau an, ist zwischen diesen und der Filterschicht ein Trennvlies (≥ GRK 3) einzubauen. Stehen die kompakten Posidonienschiefer der Homogenbereiche X3.1 und X3.2 an, kann ggf. auf das Trennvlies verzichtet werden.

Wenn gut durchlässige Lockergesteine und hohe Grundwasserstände maßgebend werden, können neben der offenen Wasserhaltung auch Filterbrunnen notwendig werden, um die höheren Wasserzuströme abzuführen. Sollten im Kluftgrundwasserleiter des Posidonienschiefers hohe Grundwasserstände auftreten, werden auch hier ggf. Filterbrunnen notwendig.

6.6. Arbeitsraumrückverfüllung

Aufgrund des hohen Feinkornanteils der in den Aushubbereichen angetroffenen Böden, sind diese für eine Wiederverfüllung kritisch zu bewerten. Daher ist für die Rückverfüllung der Arbeitsräume Fremdmaterial einzusetzen oder eine Bodenverbesserung erforderlich. Für Fremdmaterial wird empfohlen, feinkornarmes Kies-Sand-Material (Bodengruppen SW / SU / GW / GU nach DIN 18196) zu verwenden.
Die Rückbauarbeiten wurden gutachterlich begleitet und dokumentiert. Der Fachbauleitungsbericht, welcher vermutlich Ende 2024 fertiggestellt wird, sollte bei den Planungen des zukünftigen Bauvorhabens berücksichtigt werden.

6.7. Sonstige Hinweise und Empfehlungen

Radonsicheres Bauen

Radonsicheres Bauen ist seit Februar 2018 im Rahmen der Umsetzung der EURATOM-Richtlinie 2013/59 gesetzliche Vorschrift. Somit ist vorliegend auf eine gasdichte Bauweise für alle erdberührten Teile, z. B. durch Verwendung einer Bodenplatte aus WU-Beton, Verlegen von Dränagen und/oder radondichten Folien unterhalb des Fundaments, zu achten. Gemäß der Bodenluftkarte Deutschland (Arbeitsunterlage [U9]) befindet sich das Grundstück in einem Gebiet mit erhöhter Radonbelastung in der Bodenluft (67 kB/m³), weshalb entsprechende Maßnahmen erforderlich werden können, was ggf. mit den Fachbehörden näher abzustimmen ist. Die tatsächliche Radonbelastung im Boden auf dem Grundstück und die damit verbundenen baulichen Anforderungen können jedoch nur über entsprechende Bodenluftmessungen näher abgeschätzt werden.

Bauwerkstrockenhaltung

Bezugnehmend auf DIN 18533-1 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen) ist vorliegend festzustellen, dass bei den anstehenden Böden von einem oft wenig durchlässigen Untergrund (im Sinne der DIN 18533-1) auszugehen ist (k_f-Wert $\leq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s). Aufgrund des in dem Gutachten zu den Grundwasserverhältnissen (Arbeitsunterlagen [U7], [U8]) angegebenen

Grundwassergleichenplans ist davon auszugehen, dass die Gebäude im Grundwasser oder im Grundwasserschwankungsbereich gründen. Entsprechend ergibt sich folgende Situation:

W.2.2-E – hohe Einwirkung von drückendem Wasser bzw. W2.1-E mäßige Einwirkung von drückendem Wasser:

Der maximal zu berücksichtigende Stauwasserhorizont ist bis zur Geländeoberkante zum Ansatz zu bringen. Es ergibt sich dann bei der angenommenen Einbindetiefe von 4 m des Bauwerks die Wassereinwirkungsklasse W.2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser). Sollte die Einbindetiefe des Bauwerks $\leq$ 3 m betragen, wird die Wassereinwirkungsklasse W.2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend. Die erforderliche Abdichtung kann dann wiederum DIN 18533-1 entnommen werden.

Ob eine Begrenzung des maximal möglichen Stauwasserhorizontes durch Einbau einer fachgerecht ausgebauten Dränage mit Filterkiesschichten, Revisionsschächten etc. und Ableitung zu einem jederzeit rückstaufreien Vorfluter denkbar ist, ist ggf. noch näher zu untersuchen.

7. Schlussbemerkungen

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der geplanten Baumaßnahmen auf dem Untersuchungsareal Quartier Maute, Bisingen zusammengestellt und erläutert. Die erkundete Untergrundsituation wurde beschrieben.

Vorliegend wurden unter bis zu etwa 3,7 m mächtigen kiesigen, selten sandigen, schluffigen oder tonigen Auffüllungen, meist kiesige, seltener schluffige Terrassensedimente bis in eine Tiefe von 7,7 m unter GOK angetroffen. Teilweise werden die Terrassensedimente noch von tonigen Auelehmen unterlagert. Unter den Lockergesteinen folgt in einer Tiefenlage von 1,0 – 8,0 m unter GOK Fels in Form von Posidonienschiefer mit Verwitterungshorizonten im Obersten.

Die hydrogeologische Situation auf dem Areal ist heterogen. Der Grundwasserspiegel unterliegt starken Schwankungen und sinkt teilweise bis in den kluftgrundwasserführenden Posidonienschiefer ab. Durch ungünstige Witterungsverhältnisse können aber deutlich höhere Grundwasserstände, bis maximal zur Geländeoberkante, vorliegen.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Einteilung in Homogenbereiche, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer aufzubereiten.

Die abfallrechtlichen Belange im Hinblick auf die nach dem Rückbau lokal noch vorhandenen erhöhten Schadstoffgehalte, werden im Zuge der noch laufenden Fachbauleitung Altlasten untersucht, bewertet und in einem Abschlussbericht dokumentiert.

Die Bauwerksgründung wurde als Plattengründung bei etwa 4 m unter GOK empfohlen und angenommen.

Eine Gründung ist sowohl in den kiesigen Terrassensedimenten als auch in den Posidonienschiefern aus geotechnischer Sicht möglich. Aufgrund der kleinräumig stark schwankenden Tiefenlage der Posidonienschiefer ist zu erwarten, dass für einige Gebäude unterschiedliche Schichten / Homogenbereiche auf Höhe Gründungsniveau auftreten. Um die daraus

resultierenden Differenzsetzungen zu minimieren, kann z. B. ein Kieskoffer eingebaut werden. Sollte das nicht ausreichen, was im Zuge der weiteren Planung mit Setzungsberechnungen zu überprüfen ist, ist eine tiefreichende Bodenverbesserung im Bereich der Terrassensedimente notwendig.

Je nach Platzbedarf, Setzungsempfindlichkeit der Bestandsbebauung kann die Baugrube entweder frei geböscht oder durch einem Trägerbohlwandverbau, eine überschnittene oder tangierende Bohrpfahlwand gesichert werden. Die teils hoch anstehenden Felsschichten sind beim Baugrubenaushub und der Verbauerstellung zu beachten.

Um den Grundwasserspiegel ausreichend abzusenken, sind neben generell erforderlichen offenen Wasserhaltungsmaßnahmen in Teilbereichen zusätzlich ggf. Vakuumwasserhaltungen oder Filterbrunnen erforderlich.

Die Angaben im vorliegenden Baugrundgutachten beruhen auf punktuellen Baugrundaufschlüssen; Abweichungen der Untergrund- und Grundwassersituation außerhalb der Aufschlüsse sind möglich. Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind deshalb die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei möglichen Abweichungen des Untergrundes außerhalb der Aufschlusspunkte bzw. in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechanischen Detailpunkte. Auf weiter erforderliche geotechnische Berechnungen (z. B. Setzungsberechnungen) wurde hingewiesen.

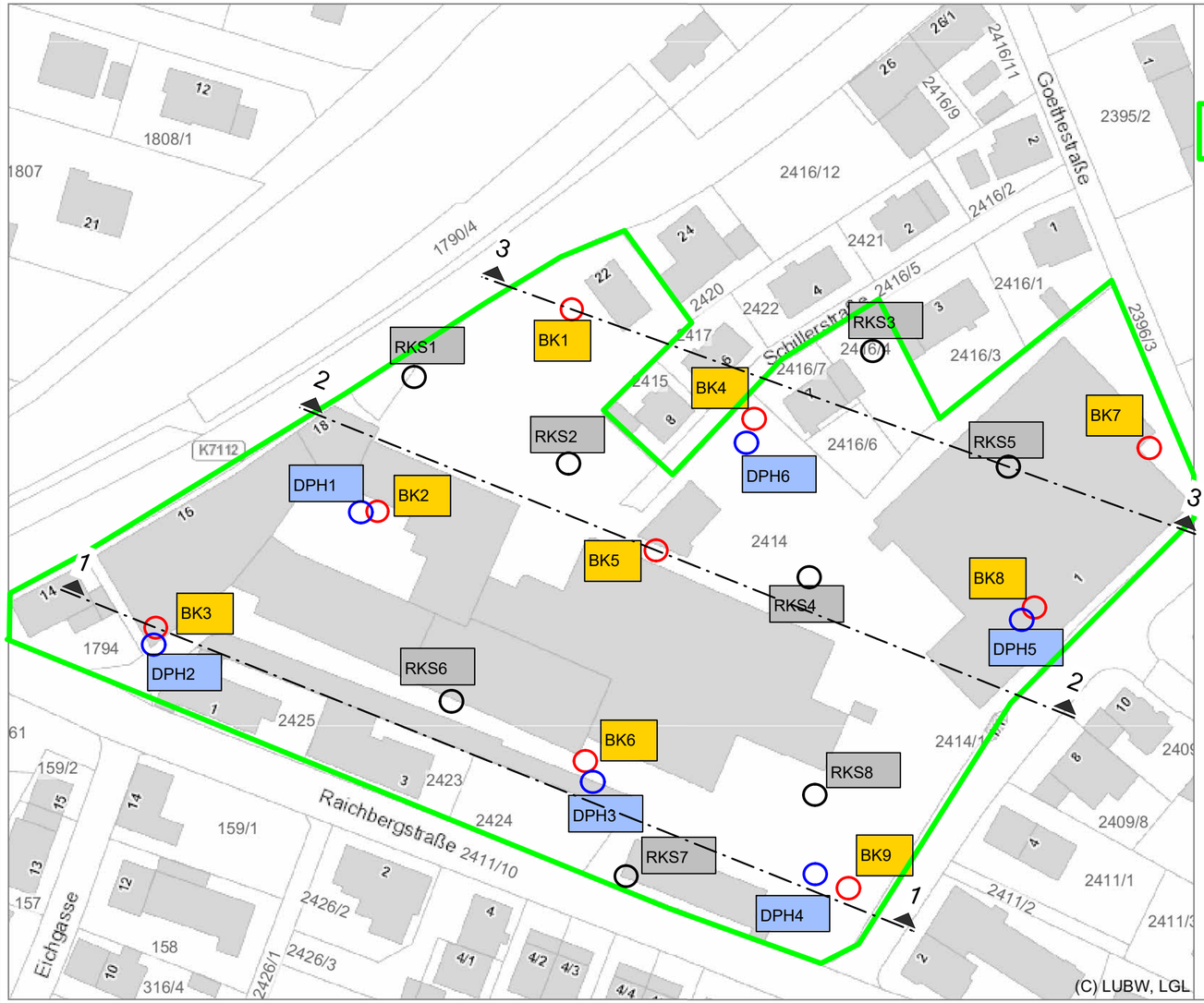
Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen Nachweise entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere geotechnische Untersuchungen, Beratungen und erdstatische Berechnungen im Zuge des Bauvorhabens stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage 1

Lageplan mit Aufschlusspunkten

Hintergrundkarte



BK

Untersuchungsgebiet

RKS

DPH

0 10 20 30 m

Grundlage:
- Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW
- Amtliche Geobasisdaten © LGL (www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19) und © BKG (www.bkg.bund.de)

CRYSTAL
GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
HOFSTATTSTRASSE 28 D-86919 UTTING TELEFON 08806/95894-0
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0

Bauherr			
Gemeinde Bisingen			
Projekt			
Bisingen, ehem. Maute-Areal			
Planinhalt			
Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführungen			
Maßstab	gezeichnet	Datum	geprüft
1 : 750	TH	05.08.2024	AB
Projekt-Nr.	CAD-Plan Nr.		Anlage
B 231489	1		1
Änderungen		Datum	gezeichnet / geprüft

20.11.2023

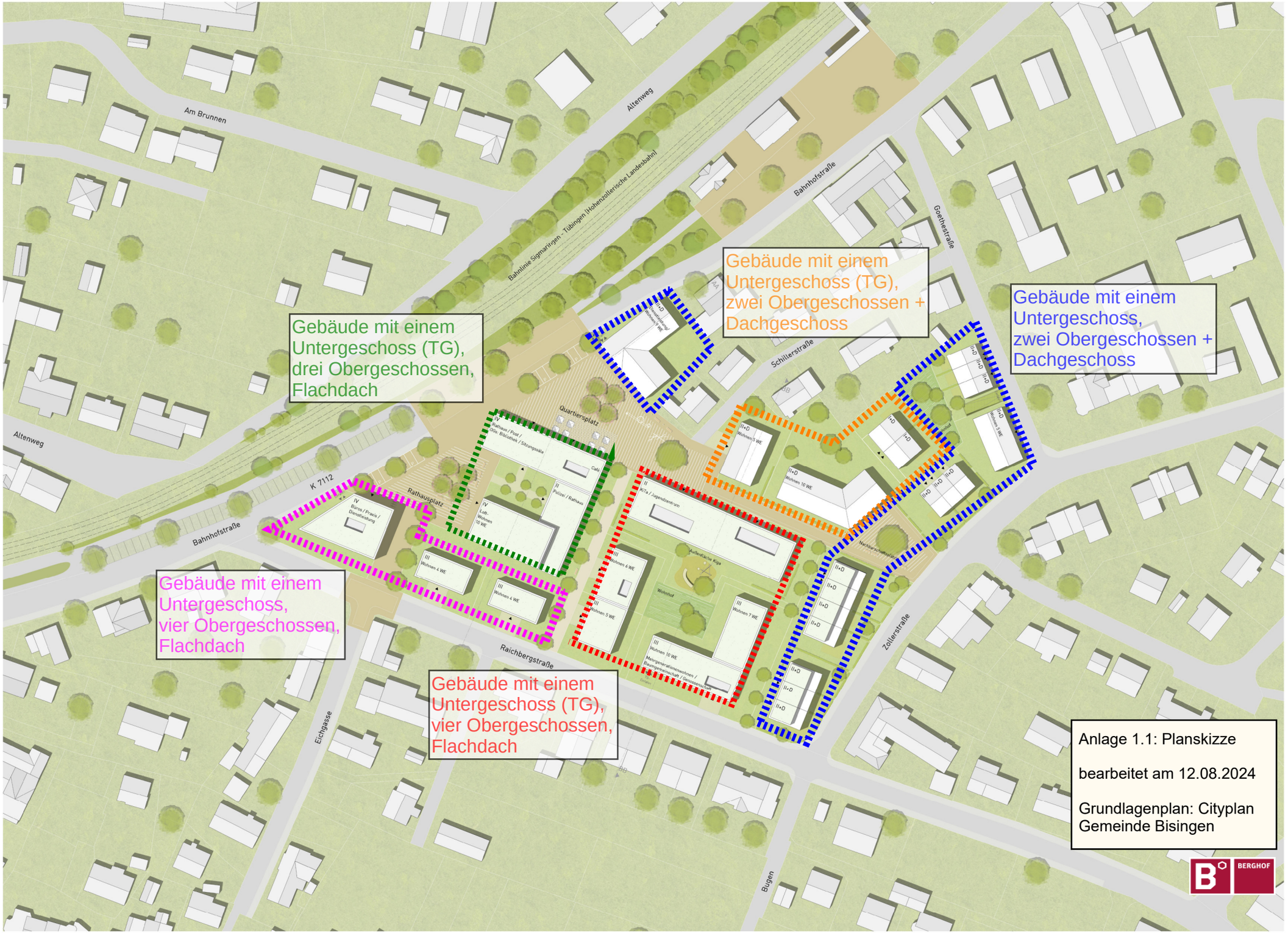
H/B = 297 / 620 (0.18m²)

Allplan 2023

Anlage 1.1

Lageplan mit Anzahl der Gebäude-Geschosse

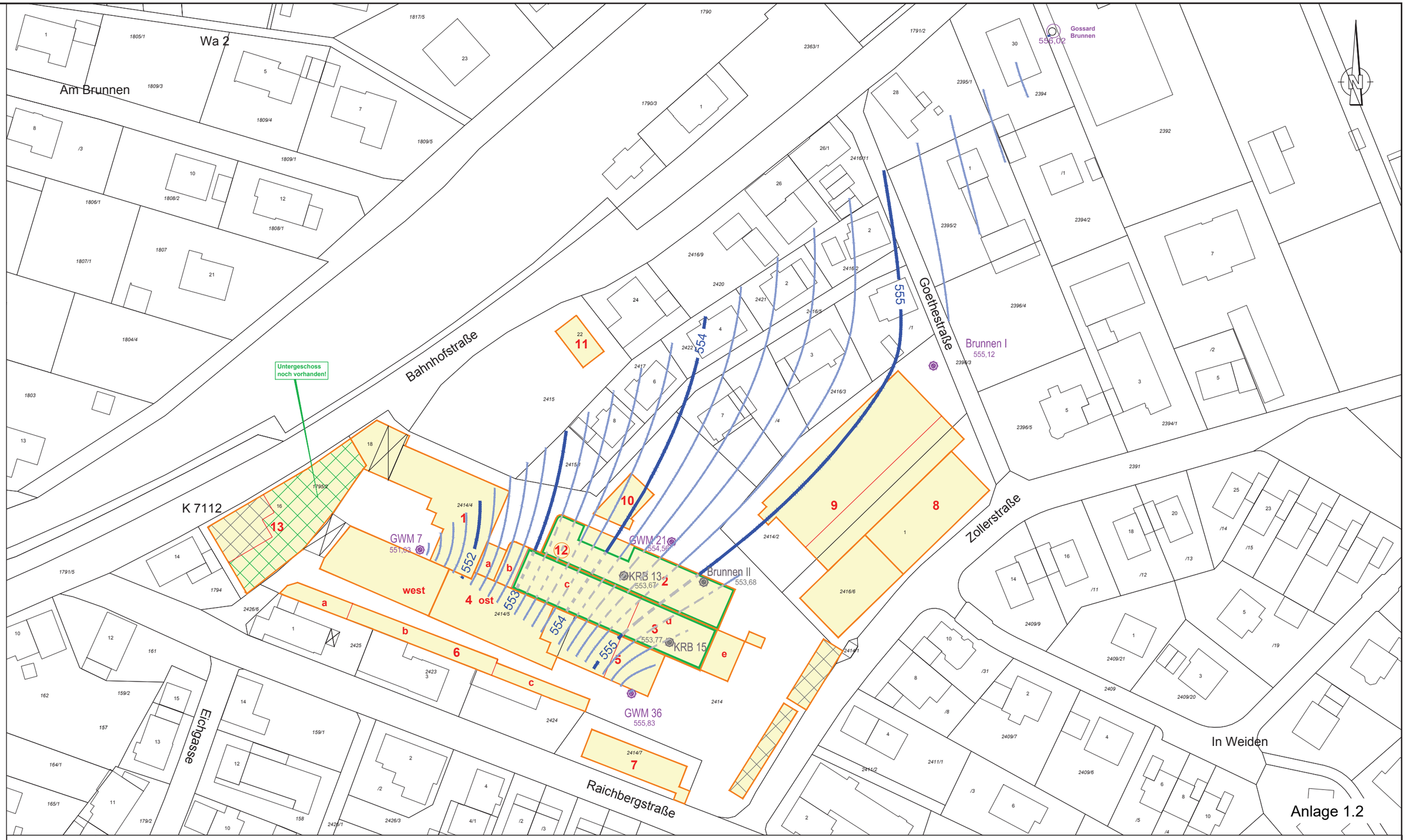
Maute-Areal - Geschichte schafft Identität



Lageplan I M 1:500 I N

Anlage 1.2

Lageplan mit ehemaligen Gebäudegrundrissen und Grundwassergleichen



Grundwassermessstellen + Brunnen II (nicht berücksichtigt)
Grundwassergleichen (nicht berücksichtigt Bereich UG)

Grundwassermessstellen + Brunnen

Bestandsgebäude

bereits abgebrochen

unterkellert

4 ost Gebäudenummer

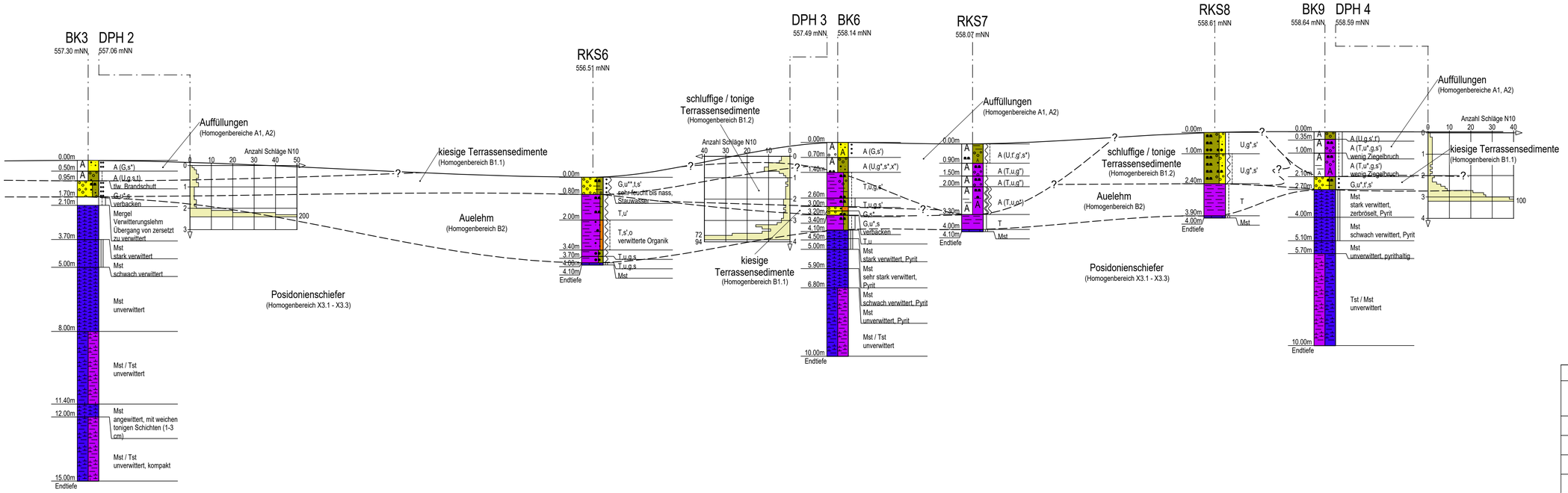
Grundwassergleichen
Stichtag 16.05.2019

Berghof
Analytik + Umweltengineering GmbH
Ob dem Himmelreich 9, D-72074 Tübingen
Tel.: +49 (0)7071/9878-50 Fax.: +49 (0)7071/9878-88
www.berghof.com

Kreis: Zollern-Alb-Kreis		Stadt/Gemeinde:			
Projekt	Maute-Areal Bereich Abbruchgebäude				
Maßstab	1:1000 (0m – 10m – 50m)				
Bearbeiter	Gezeichnet	Gefertigt	Geändert	Projektnummer	Layout
Bisingen	A.G.	05.07.19		930-1532	GW_16.05.2019
Dateiname	bisingen_abbruchgebäude_maute.dwg				

Anlage 2

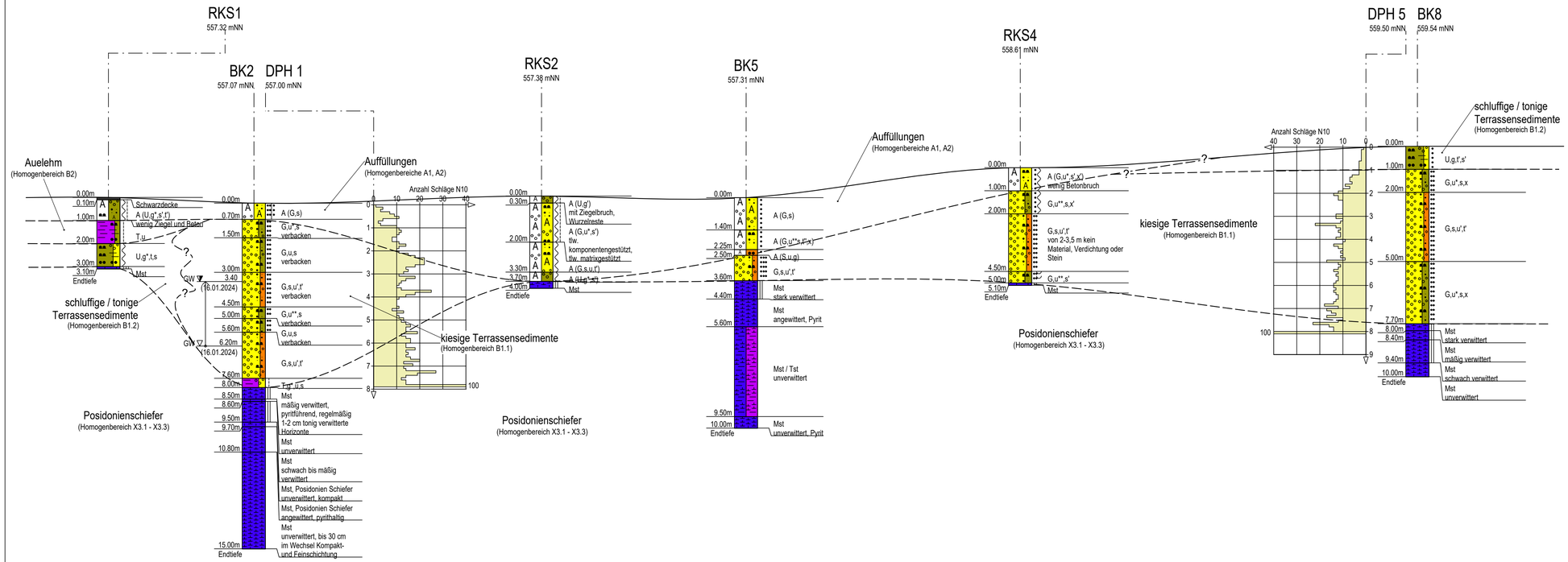
Geologische Schnitte mit Untergrundsituation



CRYSTAL
GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR BOD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
HOFSTATTSTRASSE 28 D-89269 UTTING TELEFON 08806/99884-0
SCHUSTERGASSE 14 D-83352 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0

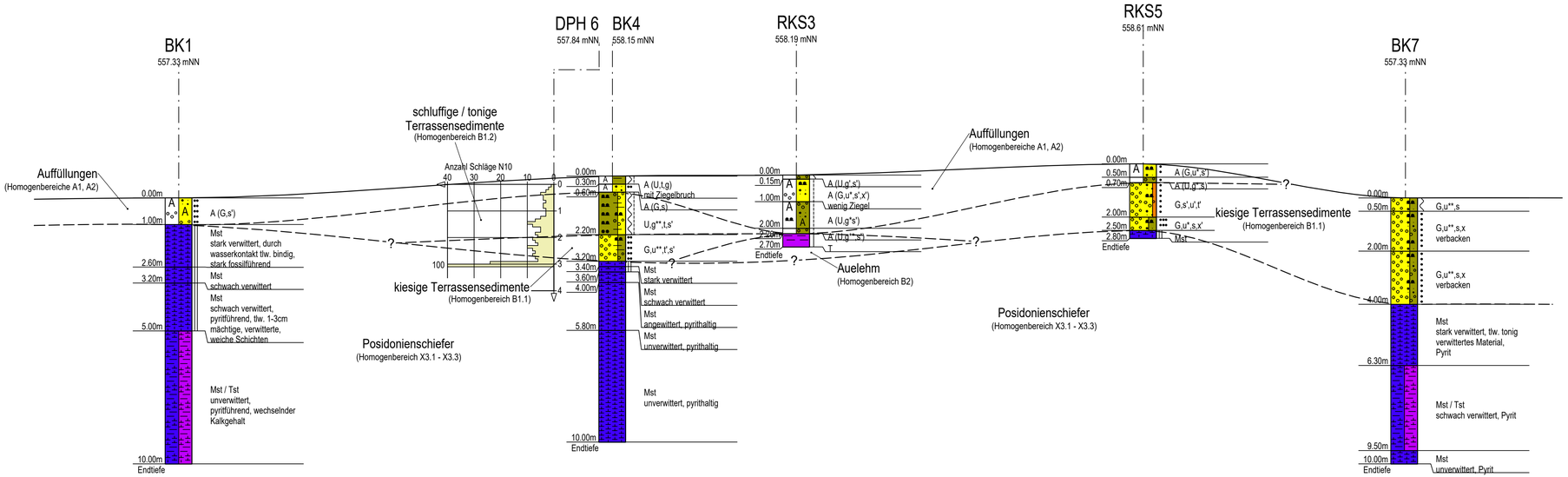
Bauherr: Gemeinde Bisingen			
Projekt: Bisingen, ehem. Maute-Areal			
Planinhalt: Geologischer Schnitt 1-1			
Maßstab: 1 : 250 / 100	gezeichnet: TH	Datum: 12.08.2024	geprüft: AB
Projekt-Nr.: B 231489	CAD-Plan Nr.: 2	Anlage: 2.1	
Änderungen		Datum	gezeichnet / geprüft



CRYSTAL
GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
HOFSTATTSTRASSE 28 D-89269 UTTNG TELEFON 08806/95984-0
SCHUBSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0

Bauherr: Gemeinde Bisingen			
Projekt: Bisingen, ehem. Maute-Areal			
Planinhalt: Geologischer Schnitt 2-2			
Maßstab: 1 : 250 / 100	gezeichnet: TH	Datum: 12.08.2024	geprüft: AB
Projekt-Nr.: B 231489	CAD-Plan Nr.: 3		Anlage: 2.2
Änderungen		Datum	gezeichnet / geprüft



CRYSTAL
GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
HORSTATTSTRASSE 28 D-86916 UTTING TELEFON 08806/95894-0
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0

Bauherr: Gemeinde Bisingen			
Projekt: Bisingen, ehem. Maute-Areal			
Planinhalt: Geologischer Schnitt 3-3			
Maßstab: 1 : 250 / 100	gezeichnet: TH	Datum: 12.08.2024	geprüft: AB
Projekt-Nr.: B 231489	CAD-Plan Nr.: 4		Anlage: 2.3
Änderungen		Datum	gezeichnet / geprüft

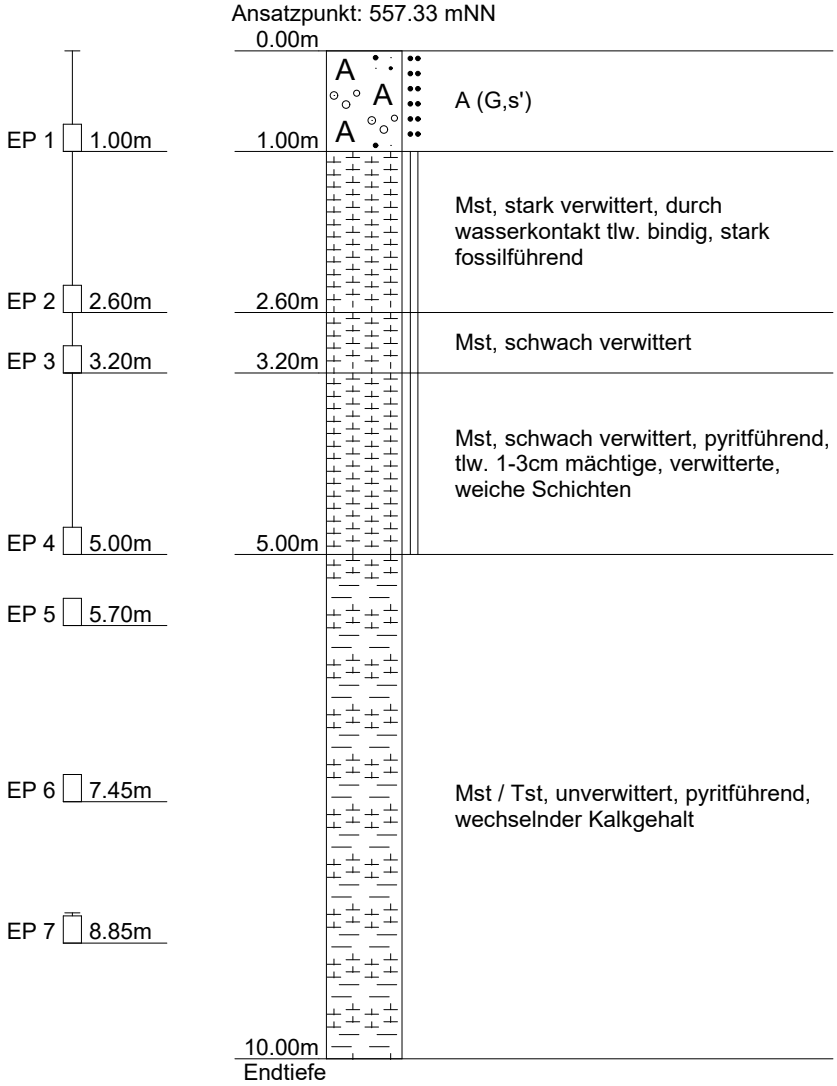
Anlage 3

Profile der Baugrund-Aufschlussbohrungen, Rammkern- und schweren Rammsondierungen

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal		
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489		
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.1		
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum:	25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494108.88	Hochwert:	5350988.16

BK1

Ansatzpunkt: 557.33 mNN



DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal		
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489		
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.2		
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum:	16.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494074.00	Hochwert:	5350948.94

BK2

Ansatzpunkt: 557.07 mNN

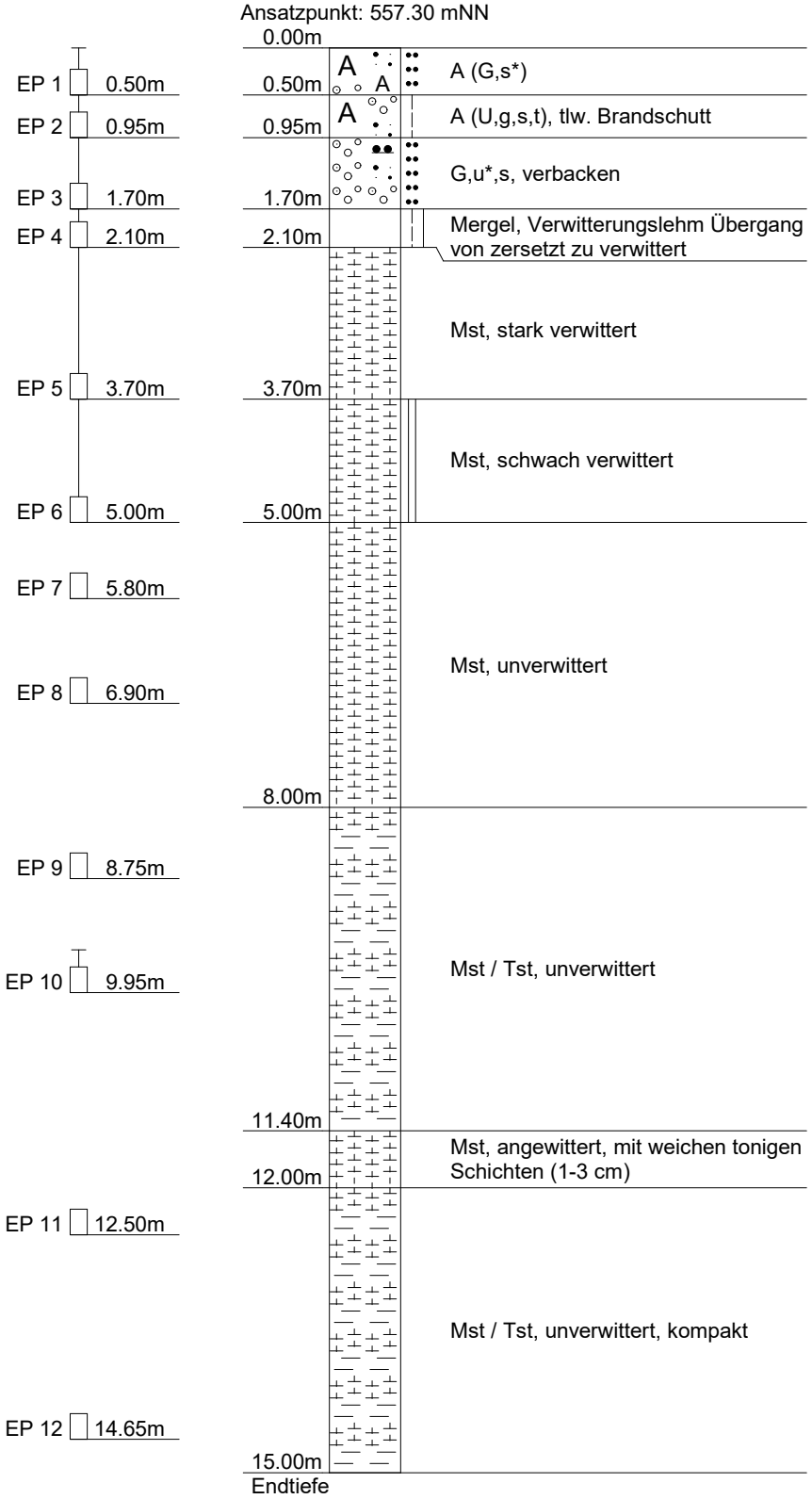
		0.00m	
EP 1	0.70m	0.70m	A (G,s)
EP 2	1.50m	1.50m	G,u*,s, verbacken
EP 3	3.00m	3.00m	G,u,s, verbacken
GW (16.01.2024)	3.40m		
EP 4	4.50m	4.50m	G,s,u',t', verbacken
EP 5	5.00m	5.00m	G,u**,s, verbacken
EP 6	5.60m	5.60m	G,u,s, verbacken
GW (16.01.2024)	6.20m		G,s,u',t'
EP 7	7.60m	7.60m	
EP 8	8.00m	8.00m	T,g*,u,s
EP 9	8.50m	8.50m	Mst, mäßig verwittert, pyritführend, regelmäßig 1-2 cm tonig verwitterte Horizonte
		8.60m	Mst, unverwittert
EP 10	9.50m	9.50m	Mst, schwach bis mäßig verwittert
EP 11	9.70m	9.70m	Mst, Posidonien Schiefer, unverwittert, kompakt
EP 12	10.80m	10.80m	Mst, Posidonien Schiefer, angewittert, pyrithaltig
		15.00m Endtiefe	Mst, unverwittert, bis 30 cm im Wechsel Kompakt- und Feinschichtung

DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.3	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494026.54	Hochwert: 5350926.85

BK3

Ansatzpunkt: 557.30 mNN

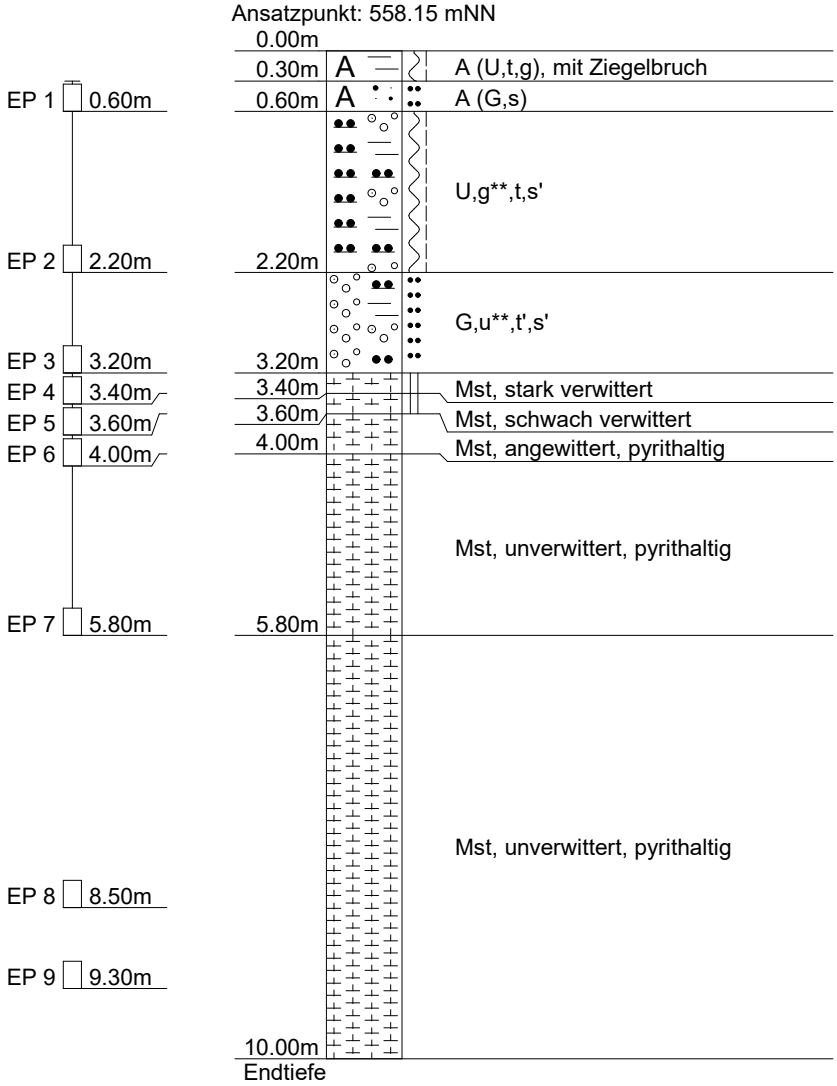


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.4	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494144.55	Hochwert: 5350964.03

BK4

Ansatzpunkt: 558.15 mNN

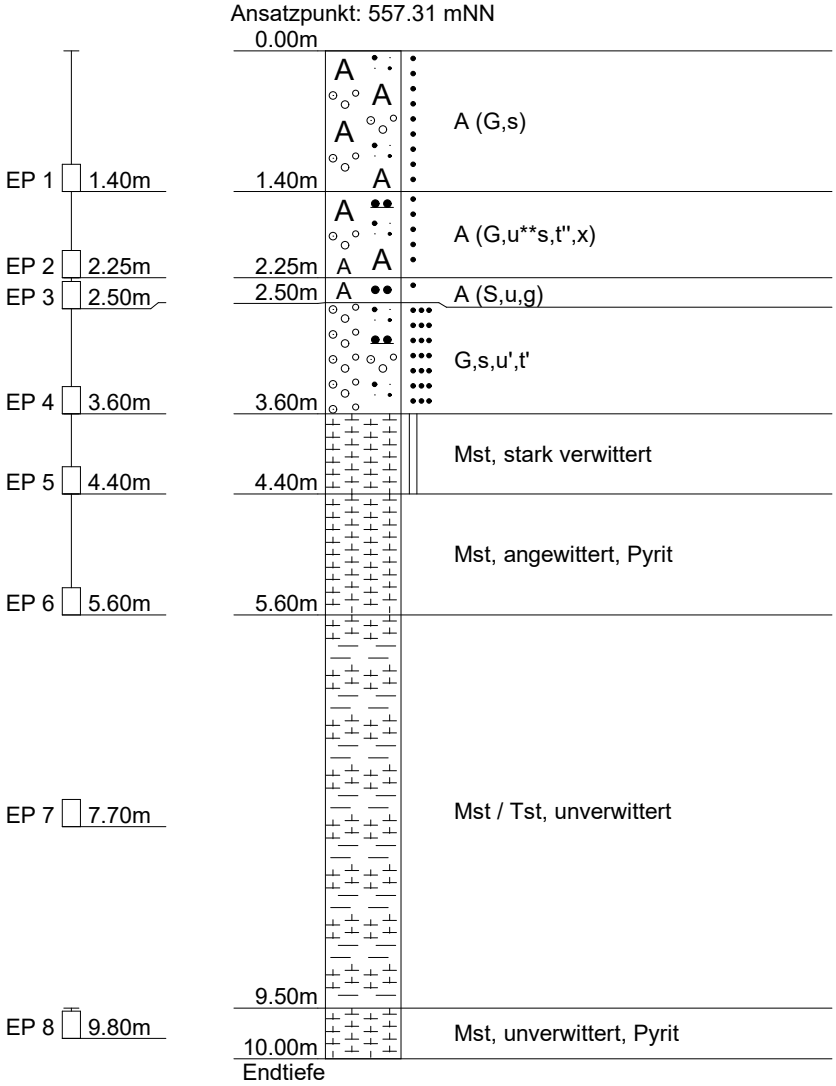


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.5	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494129.42	Hochwert: 5350942.73

BK5

Ansatzpunkt: 557.31 mNN

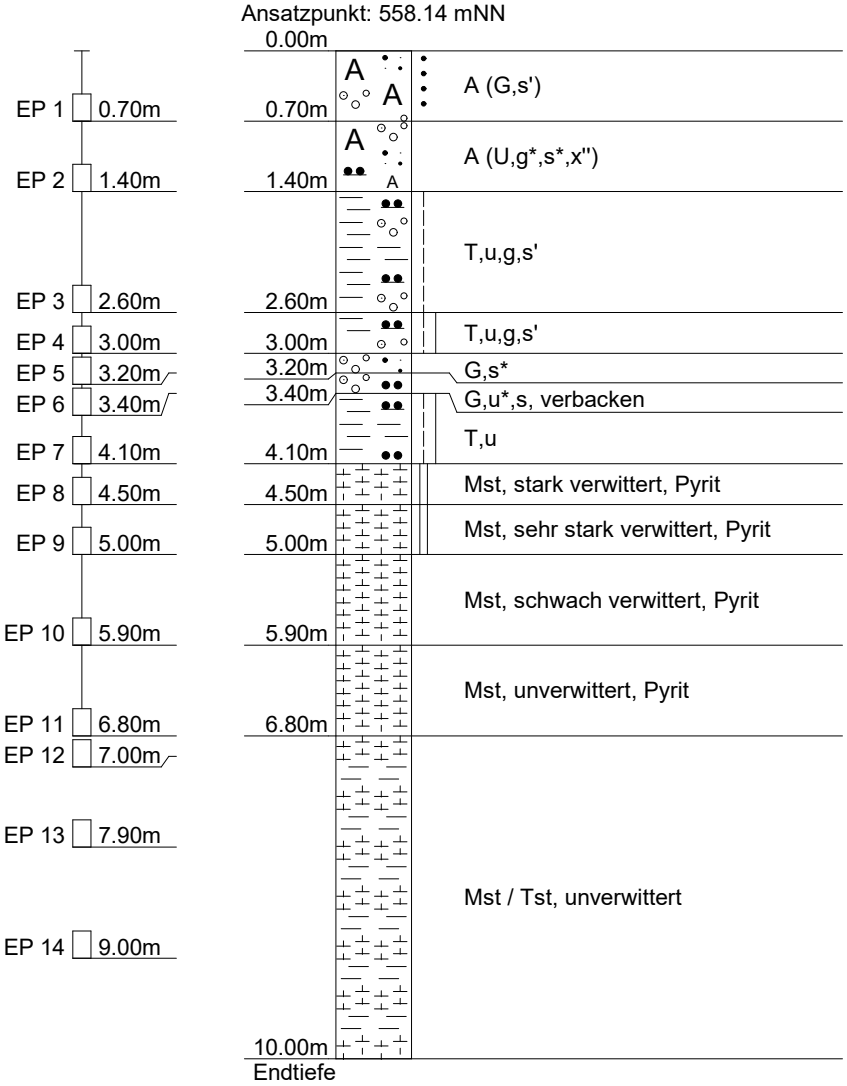


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.6	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494118.46	Hochwert: 5350898.18

BK6

Ansatzpunkt: 558.14 mNN



DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.7	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494224.64	Hochwert: 5350956.49

BK7

Ansatzpunkt: 557.33 mNN

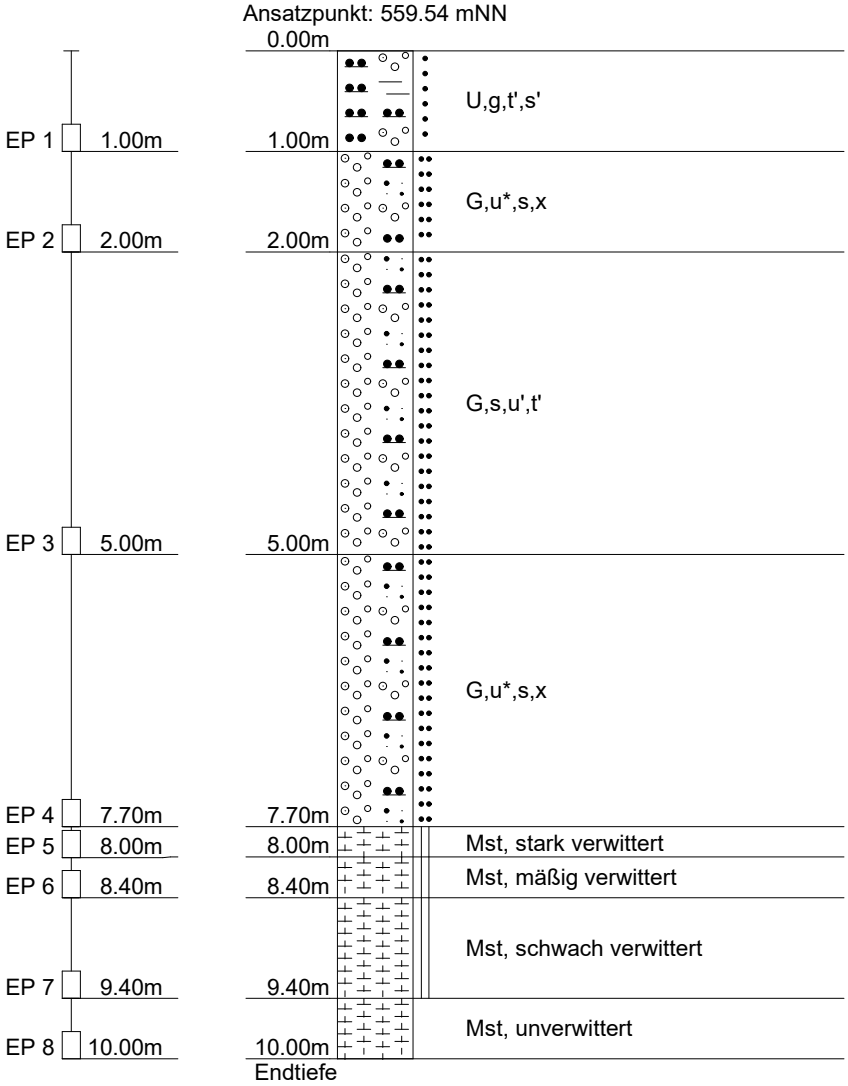
		0.00m	
EP 1	0.50m	0.50m	G,u**,s
EP 2	2.00m	2.00m	G,u**,s,x, verbacken
EP 3	4.00m	4.00m	G,u**,s,x, verbacken
EP 4	6.30m	6.30m	Mst, stark verwittert, tlw. tonig verwittertes Material, Pyrit
EP 5	7.40m		Mst / Tst, schwach verwittert, Pyrit
EP 6	9.50m	9.50m	
EP 7	10.00m	10.00m	Mst, unverwittert, Pyrit
		Endtiefe	

DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.8	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494200.16	Hochwert: 5350928.76

BK8

Ansatzpunkt: 559.54 mNN

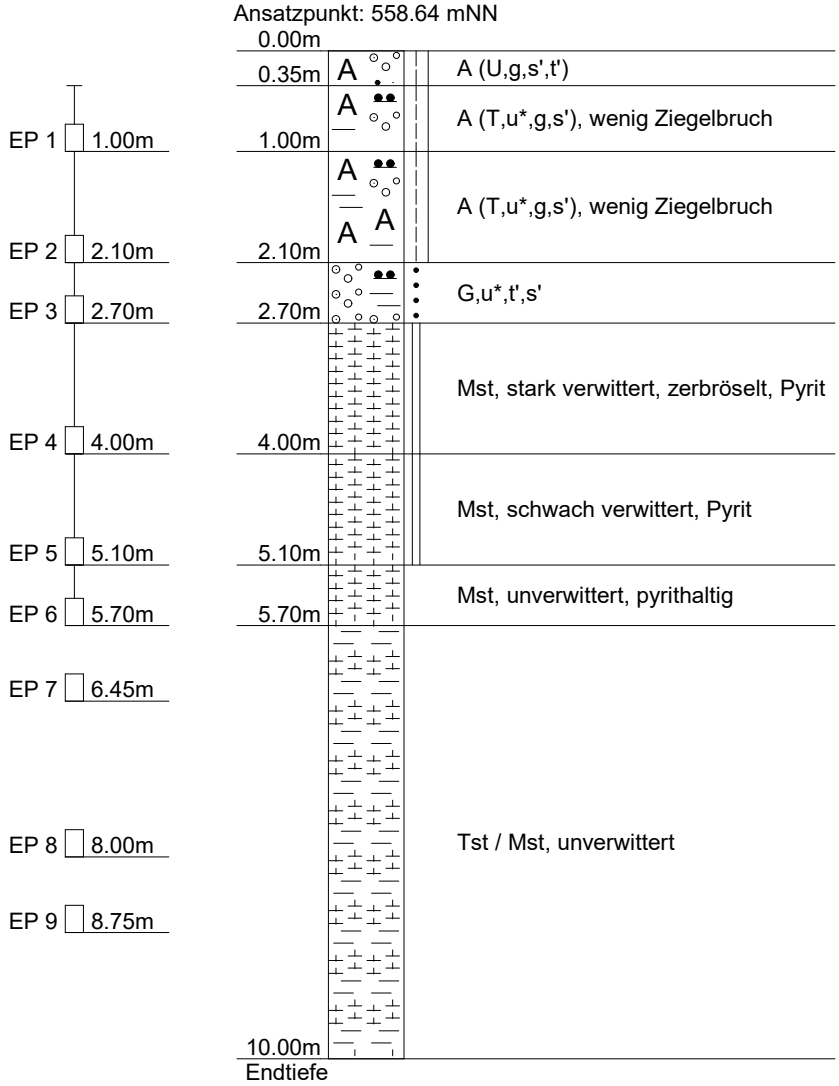


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal		
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489		
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.9		
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum:	25.01.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494165.42	Hochwert:	5350879.83

BK9

Ansatzpunkt: 558.64 mNN

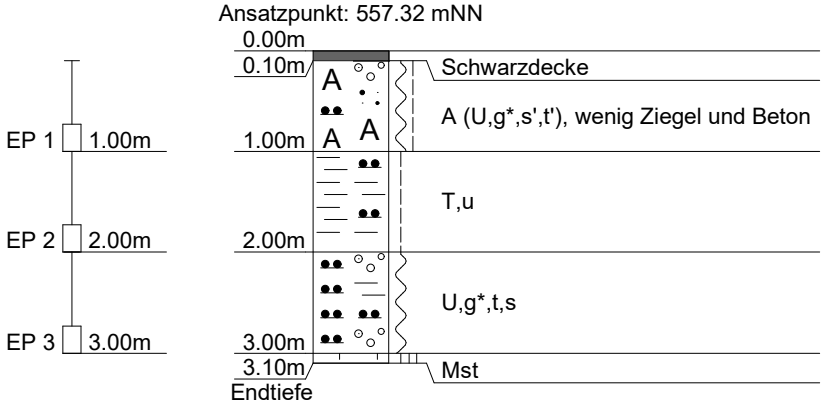


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.10	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494088.69	Hochwert: 5350980.65

RKS1

Ansatzpunkt: 557.32 mNN

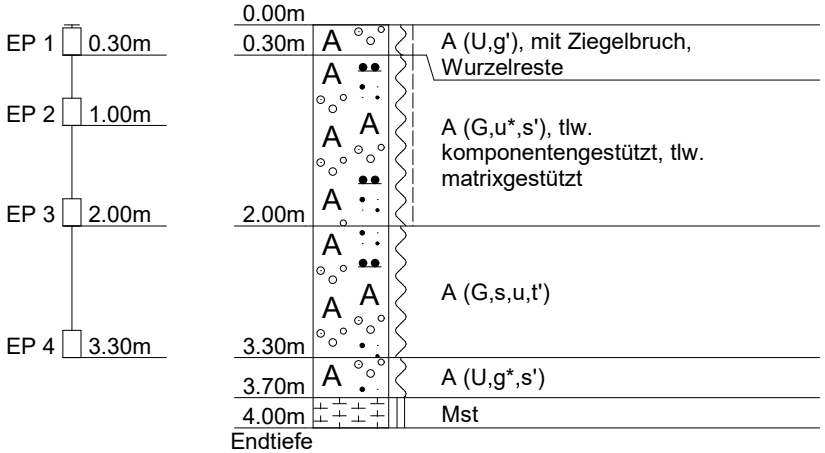


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.11	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494108.02	Hochwert: 5350958.76

RKS2

Ansatzpunkt: 557.38 mNN

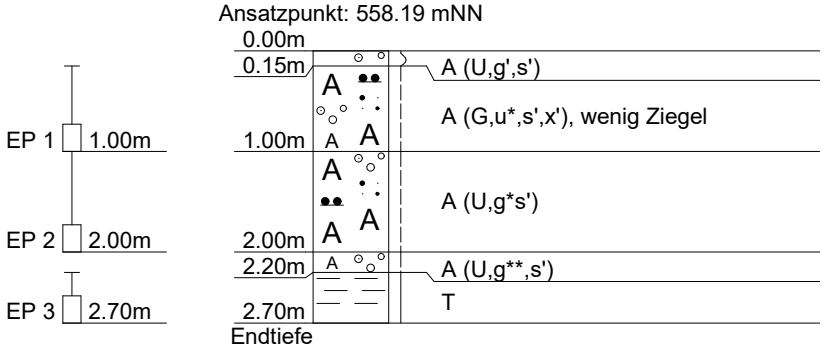


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.12	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494171.30	Hochwert: 5350981.17

RKS3

Ansatzpunkt: 558.19 mNN

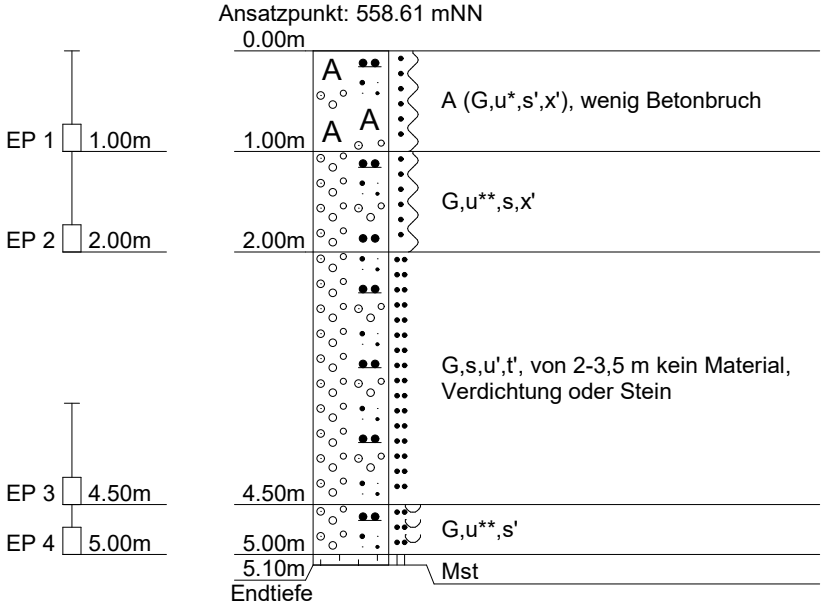


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.13	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494162.01	Hochwert: 5350931.97

RKS4

Ansatzpunkt: 558.61 mNN

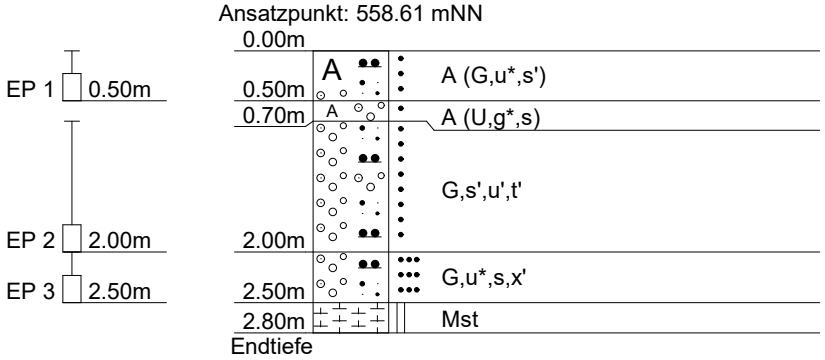


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.14	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494196.51	Hochwert: 5350957.88

RKS5

Ansatzpunkt: 558.61 mNN

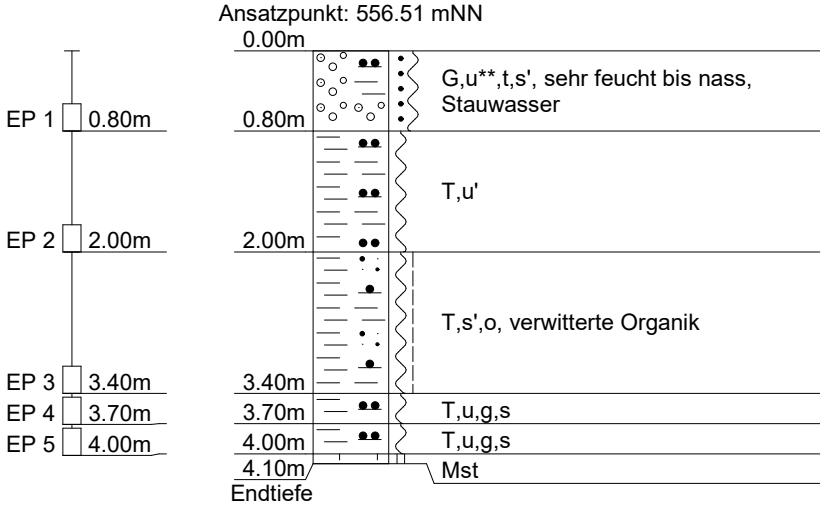


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.15	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494082.09	Hochwert: 5350914.28

RKS6

Ansatzpunkt: 556.51 mNN

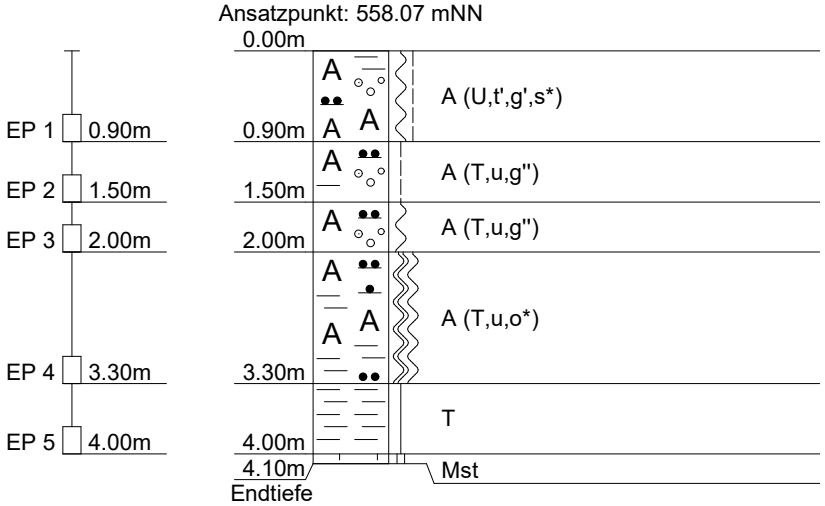


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.16	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 22.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494123.18	Hochwert: 5350877.93

RKS7

Ansatzpunkt: 558.07 mNN

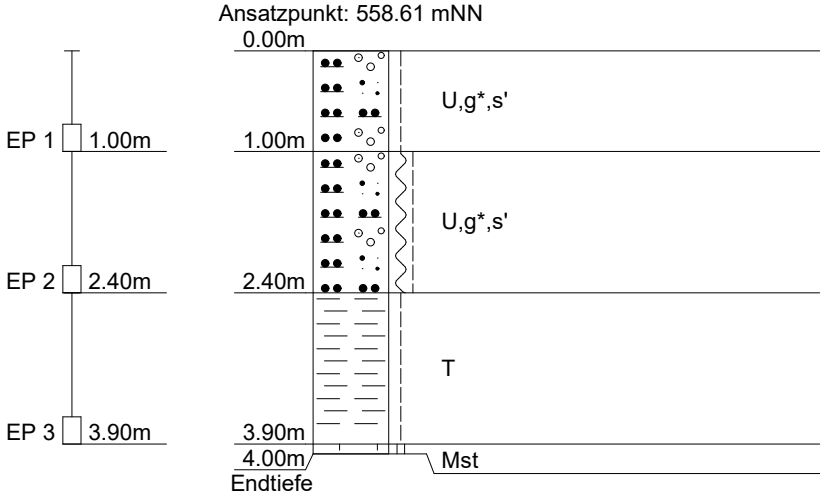


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.17	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494158.21	Hochwert: 5350896.30

RKS8

Ansatzpunkt: 558.61 mNN

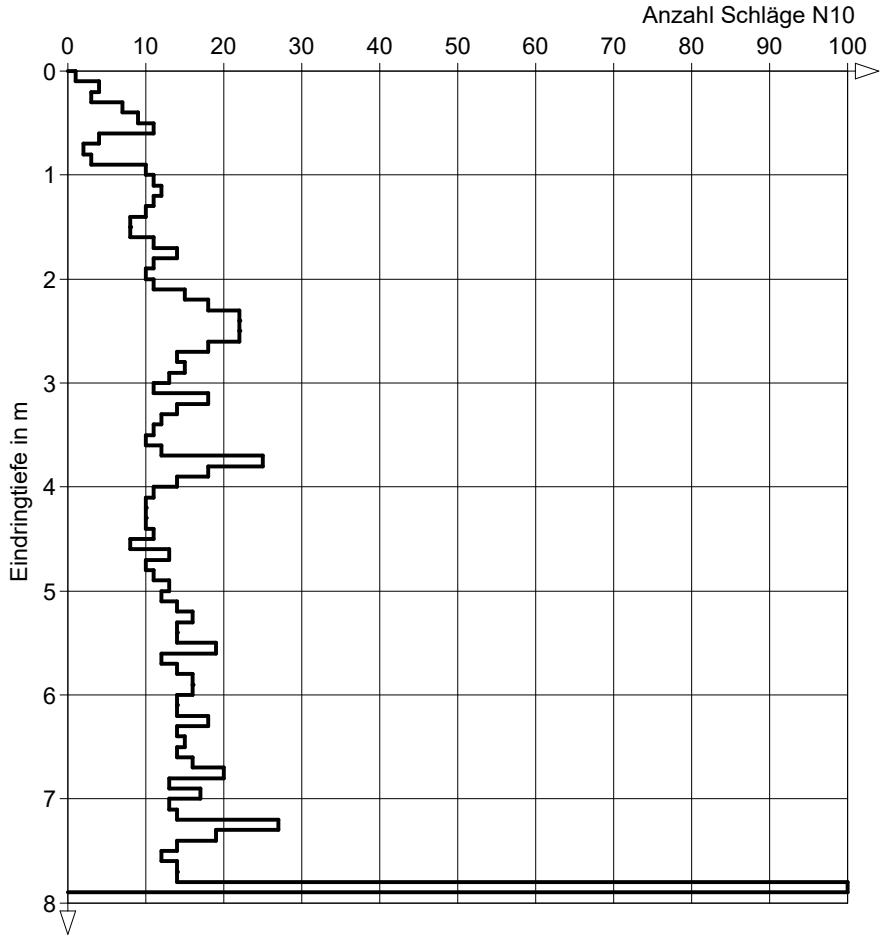


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.18	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494072.00	Hochwert: 5350948.00

DPH 1

Ansatzpunkt: 557.00 mNN

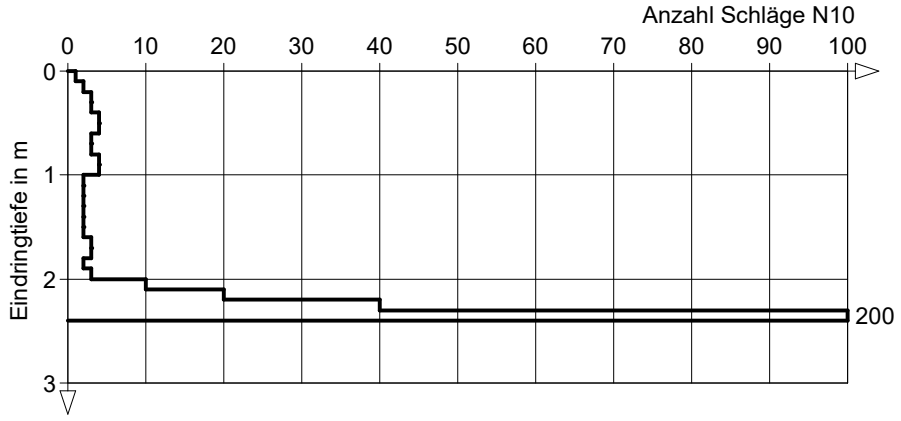


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.19	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494029.81	Hochwert: 5350923.44

DPH 2

Ansatzpunkt: 557.06 mNN

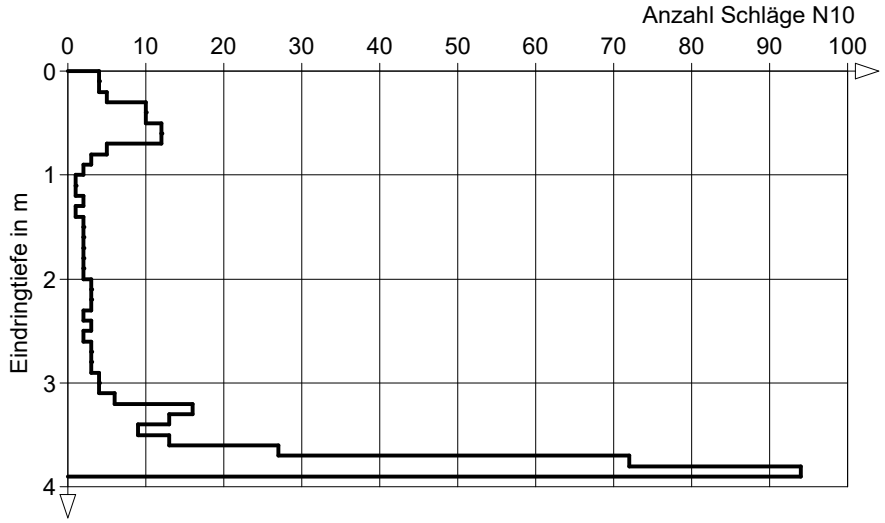


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.20	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494118.80	Hochwert: 5350895.56

DPH 3

Ansatzpunkt: 557.49 mNN

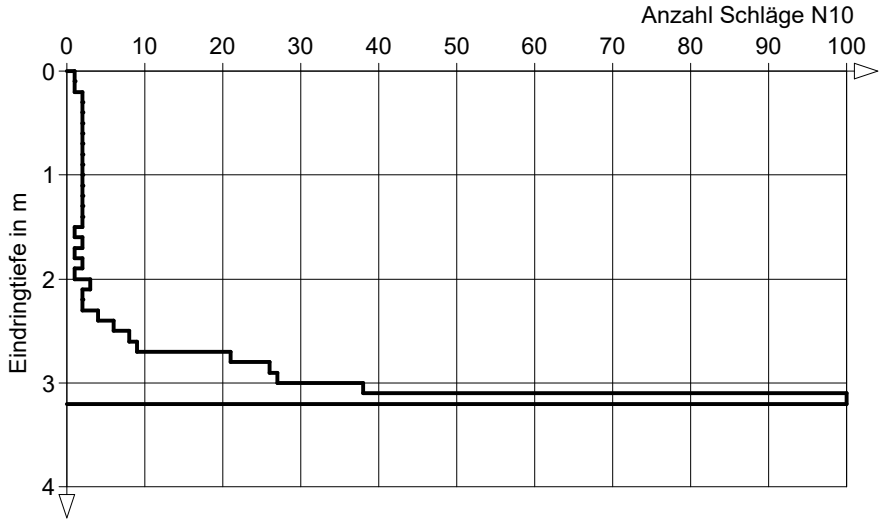


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.21	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494157.91	Hochwert: 5350878.36

DPH 4

Ansatzpunkt: 558.59 mNN

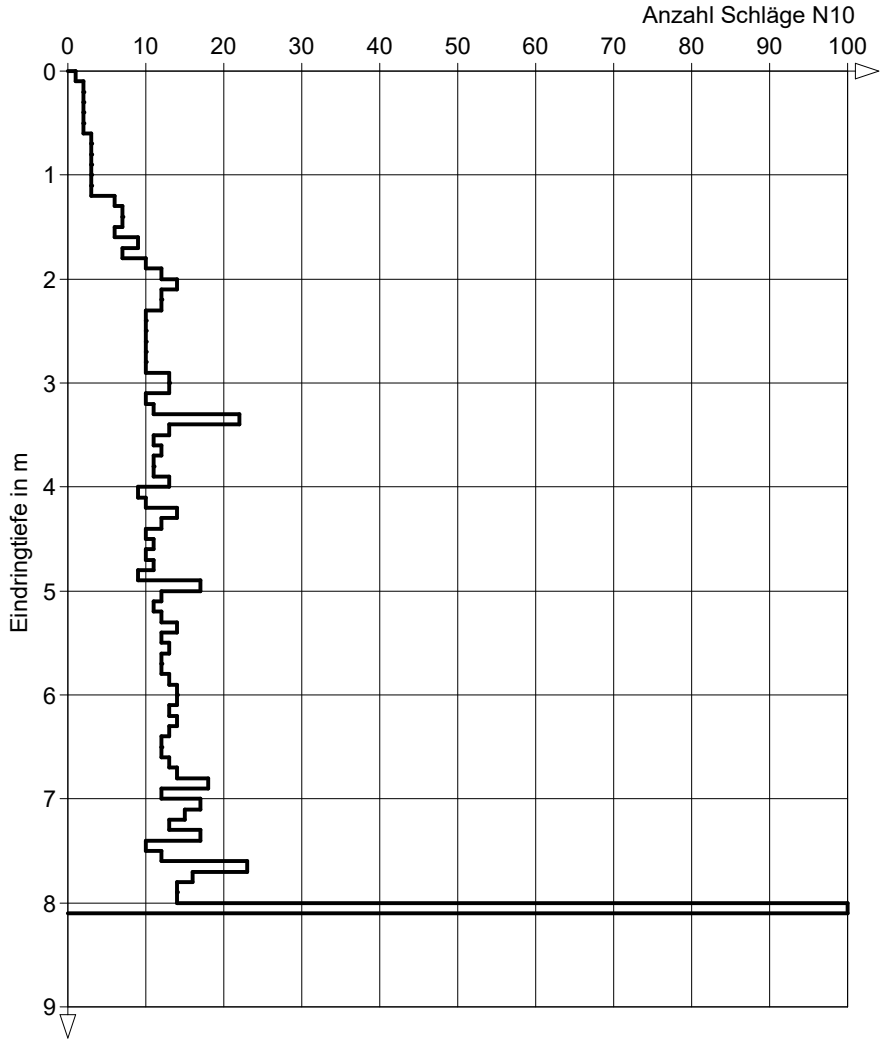


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.22	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494197.58	Hochwert: 5350924.61

DPH 5

Ansatzpunkt: 559.50 mNN

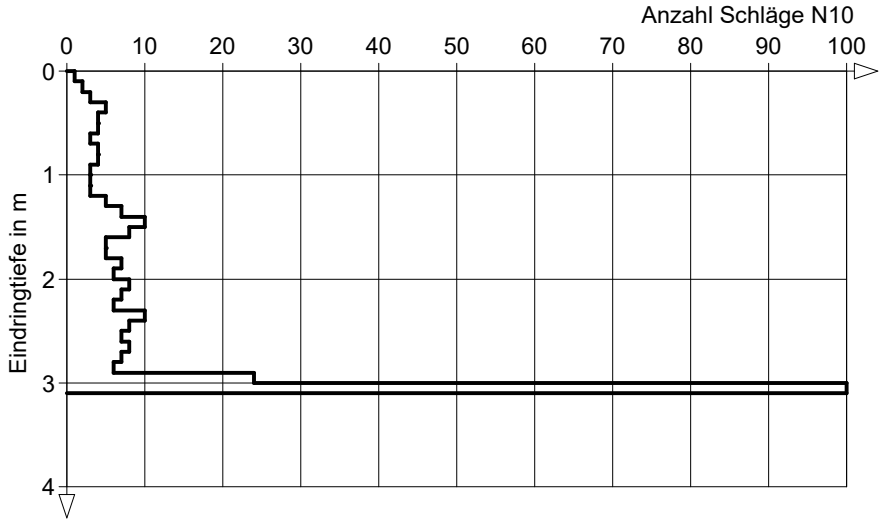


DC

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt:	Bisingen, BV ehem. Maute-Areal	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projekt-Nr.:	B 231489	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage:	3.23	
Tel.: 08806 / 95894-0	Maßstab:	1: 75	Datum: 23.04.2024
Fax: 08806 / 95894-44	Rechtswert:	494146.27	Hochwert: 5350962.36

DPH 6

Ansatzpunkt: 557.84 mNN



DC

Anlage 4

Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse

EXCEL-Auswertung	Projektzusammenstellung	EX-KP-Projektzusammenstellung Revision C - Stand 2024-04 Seite 1 von 5	Anlage 4.1

Projekt: Bisingen, Maute Areal		Auftraggeber: Gemeinde Bisingen	
Projekt-Nr.: B231489	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 19.01.2024 - 25.01.2024	Probeneingang: 15.05.2024	Bearbeiter: RA/ML/GB

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w_S / Schrumpfmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ε_V	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Köhasion/ Reibungswinkel	Komp.-Verusch Laststufen Steifemodul
					Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz								
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
BK 1 5,60 m - 5,70 m	B231489-BK1-5,70m	Tonstein grau	Tst	0,9										fest				44797,0 1,6				
BK 2 1,50 m - 3,00 m	B231489-BK2-3,00m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u',t' GU*		9,3	10,9	16,6	63,2	0,0													
BK 2 5,60 m - 7,60 m	B231489-BK2-7,60m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u',t' GU*		8,8	10,6	18,3	62,3	0,0													
BK 3 9,70 m - 9,95 m	B231489-BK3-9,95m	Tonstein grau	Tst	1,6										fest				>19030 0,4				
BK 3 14,40 m - 14,65 m	B231489-BK3-14,65m	Tonstein grau	Tst	2,9										fest				32765,0 1,2				
BK 4 0,60 m - 2,20 m	B231489-BK4-2,20m	Kies, sandig, schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u,t' GU*		14,5	16,6	18,1	50,8	0,0													

EXCEL-Auswertung	Projektzusammenstellung	EX-KP-Projektzusammenstellung Revision C - Stand 2024-04 Seite 2 von 5	Anlage 4.2

Projekt: Bisingen, Maute Areal		Auftraggeber: Gemeinde Bisingen	
Projekt-Nr.: B231489	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 19.01.2024 - 25.01.2024	Probeneingang: 15.05.2024	Bearbeiter: RA/ML/GB

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w_S / Schrumpfmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ε_V	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Köhasion/ Reibungswinkel	Komp.-Verusch Laststufen Steifemodul
					Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz								
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
BK 5 2,50 m - 3,60 m	B231489- BK5- 3,60m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u',t' GU*		11,3	14,5	17,8	56,5	0,0													
BK 5 7,50 m - 7,70 m	B231489- BK5- 7,70m	Tonstein grau	Tst	3,8										fest				47848,0 1,3				
BK 6 1,40 m - 2,60 m	B231489- BK6- 2,60m	Ton olivbraun	T TM	20,9						20,9	48,1	19,4	28,8	0,95 steif					150 150 150			
BK 6 3,40 m - 4,00 m	B231489- BK6- 4,00m	Ton olivbraun	T TA	26,9						26,9	60,6	24,5	36,1	0,93 steif					150 150 175			
BK 6 8,75 m - 9,00 m	B231489- BK6- 9,00m	Tonstein grau	Tst	1,4										fest				>19056 0,2				
BK 7 2,00 m - 4,00 m	B231489- BK7- 4,00m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig helles olivbraun	G,s,u',t' GU*		8,5	12,5	17,3	61,7	0,0													

EXCEL-Auswertung	Projektzusammenstellung	EX-KP-Projektzusammenstellung Revision C - Stand 2024-04 Seite 3 von 5	Anlage 4.3

Projekt: Bisingen, Maute Areal		Auftraggeber: Gemeinde Bisingen	
Projekt-Nr.: B231489	Probenehmer: Baugrund Süd	Probenahme: 19.01.2024 - 25.01.2024	Probeneingang: 15.05.2024	Bearbeiter: RA/ML/GB

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w_S / Schrumpfmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ε_V	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Köhasion/ Reibungswinkel	Komp.-Verusch Laststufen Steifemodul
					Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz								
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
BK 7 7,30 m - 7,40 m	B231489-BK7-7,40m	Tonstein grau	Tst Probe bei Vorbereitung zerfallen											fest								
BK 8 2,00 m - 5,00 m	B231489-BK8-5,00m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u',t' GU*		8,6	10,9	21,5	58,9	0,0													
BK 9 6,35 m - 6,45 m	B231489-BK9-6,45m	Tonstein grau	Tst	2,3										fest				42254,0 1,8				

EXCEL-Auswertung	Projektzusammenstellung	EX-KP-Projektzusammenstellung Revision C - Stand 2024-04 Seite 4 von 5	Anlage 4.4

Projekt: Bisingen, Maute Areal		Auftraggeber: Gemeinde Bisingen	
Projekt-Nr.: B231489	Probenehmer: Droemer Bohr.	Probenahme: 22.04.2024 - 23.04.2024	Probeneingang: 15.05.2024	Bearbeiter: RA/ML/GB

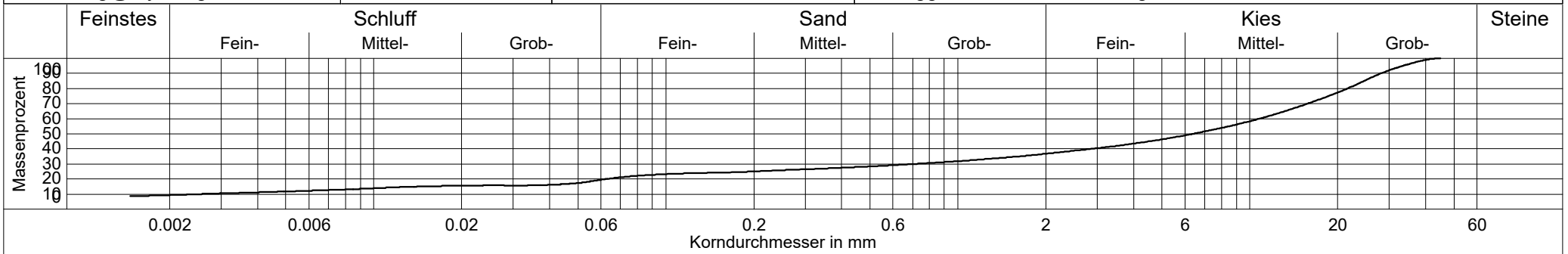
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%: Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Zustandsgrenzen: Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz	Schrumpfgrenze w_S / Schrumpfmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax: Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ε_V	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch: Köhasion/ Reibungswinkel	Komp.-Verusch: Laststufen Steifemodul
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
RKS 1 2,00 m - 3,00 m	B231489-RKS1-3,00m	Schluff, stark kiesig, tonig, sandig olivbraun	U,g*,t,s nicht ermittelt		20,9	19,6	15,0	44,5	0,0													
RKS 2 2,00 m - 3,30 m	B231489-RKS2-3,30m	Kies, sandig, schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u,t' GU*		6,9	15,4	19,2	58,5	0,0													
RKS 4 3,50 m - 4,50 m	B231489-RKS4-4,50m	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s,u',t' GU*		8,6	12,4	17,4	61,7	0,0													
RKS 5 0,70 m - 2,00 m	B231489-RKS5-2,00m	Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach tonig olivbraun	G,s',u',t' GU*		9,6	13,3	13,8	63,3	0,0													
RKS 6 2,00 m - 3,40 m	B231489-RKS6-3,40m	Ton, schwach sandig, organisch sehr dunkles braun	T,s',o TM	34,5						34,5	49,1	21,7	27,3	0,53 weich					175	8,2		
RKS 7 2,00 m - 3,30 m	B231489-RKS7-3,30m	Ton, schluffig, stark organisch sehr dunkles braun	T,u,o* TA	49,8						49,8	59,5	29,0	30,6	0,32 breiig								

EXCEL-Auswertung	Projektzusammenstellung	EX-KP-Projektzusammenstellung Revision C - Stand 2024-04 Seite 5 von 5	Anlage 4.5

Projekt: Bisingen, Maute Areal			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen	
Projekt-Nr.: B231489	Probenehmer: Droemer Bohr.	Probenahme: 22.04.2024 - 23.04.2024	Probeneingang: 15.05.2024	Bearbeiter: RA/ML/GB

Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-% Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Zustandsgrenzen Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz	Schrumpfgrenze w_S / Schrumpfmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ε_V	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Köhasion/ Reibungswinkel	Komp.-Verusch Laststufen Steifemodul
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
RKS 8 2,40 m - 3,90 m	B231489-RKS8-3,90m	Ton dunkles grau	T TA	22,2						22,2	61,4	21,9	39,5	0,99 steif								

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	# Kornverteilung	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.6
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

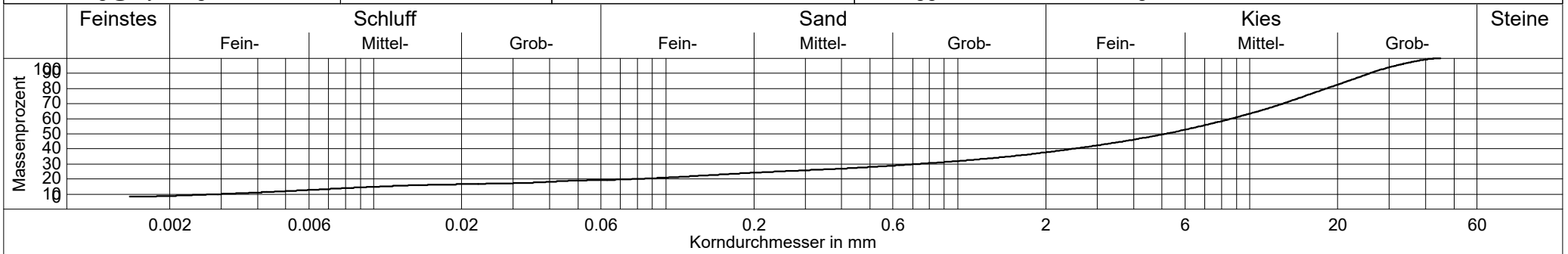


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK2-3,00m
Entnahmestelle	BK 2
Entnahmetiefe	1,50 - 3,00 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	9.3/10.9/16.6/63.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	4233.6
Krümmungszahl	18.4
Anteil < 0.063 mm	20.1 %
d10 / d60	0.003/10.789 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.6E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	6.1E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.200 mm
d30	0.711 mm
d20	0.062 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	Kornverteilung	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.7
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

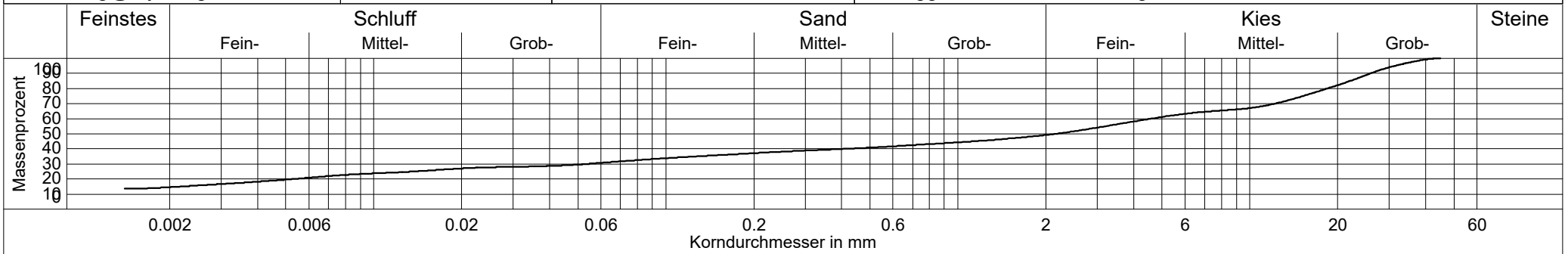


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK2-7,60m
Entnahmestelle	BK 2
Entnahmetiefe	5,60 - 7,60 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	8.8/10.6/18.3/62.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	2901.3
Krümmungszahl	20.8
Anteil < 0.063 mm	19.4 %
d10 / d60	0.003/8.624 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.9E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	1.0E-05 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.245 mm
d30	0.730 mm
d20	0.079 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	# Kornverteilung	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.8
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

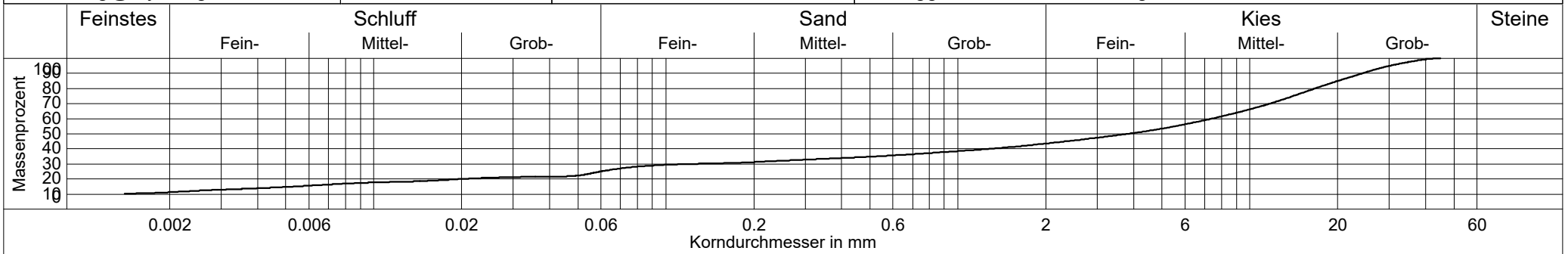


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK4-2,20m
Entnahmestelle	BK 4
Entnahmetiefe	0,60 - 2,20 m
Bodenart	G,s,u,t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	14.5/16.6/18.1/50.8 %
Ungleichförmigkeitsgrad	-
Krümmungszahl	-
Anteil < 0.063 mm	31.1 %
d10 / d60	- /4.579 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.5E-07 m/s
kf nach Beyer	-
kf nach Hazen	-
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	2.1E-08 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.014 mm
d30	0.054 mm
d20	0.005 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	Kornverteilung	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.9
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

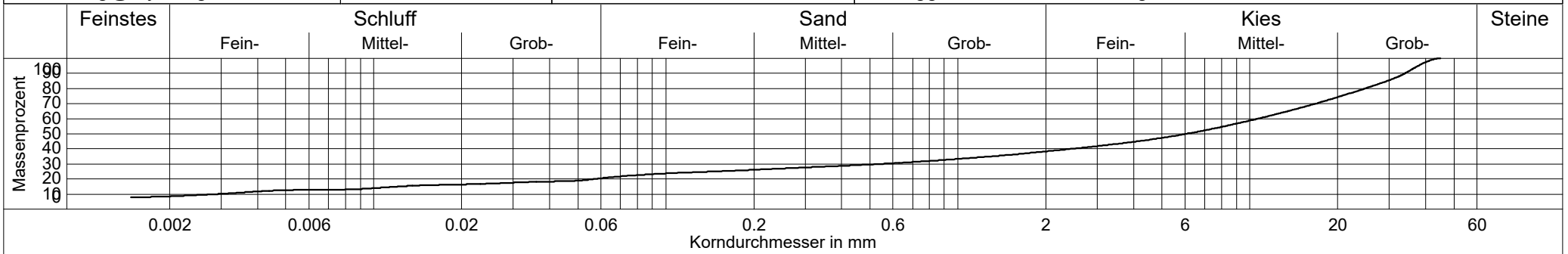


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK5-3,60m
Entnahmestelle	BK 5
Entnahmetiefe	2,50 - 3,60 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	11.3/14.5/17.8/56.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	-
Krümmungszahl	-
Anteil < 0.063 mm	25.8 %
d10 / d60	- /7.385 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	4.5E-07 m/s
kf nach Beyer	-
kf nach Hazen	-
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	4.4E-07 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.060 mm
d30	0.122 mm
d20	0.020 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	**Kornverteilung**	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.10
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

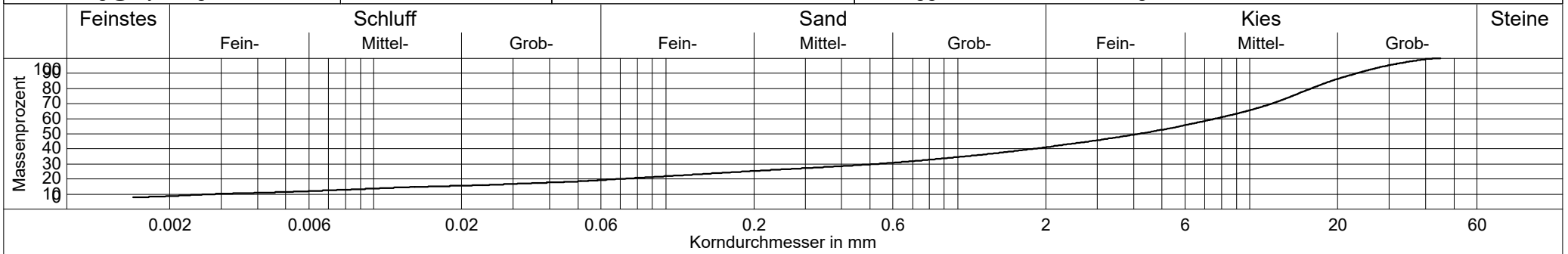


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK7-4,00m
Entnahmestelle	BK 7
Entnahmetiefe	2,00 - 4,00 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	8.5/12.5/17.3/61.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	3665.3
Krümmungszahl	9.6
Anteil < 0.063 mm	21.0 %
d10 / d60	0.003/10.642 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.3E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	4.9E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.146 mm
d30	0.544 mm
d20	0.057 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	**Kornverteilung**	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.11
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

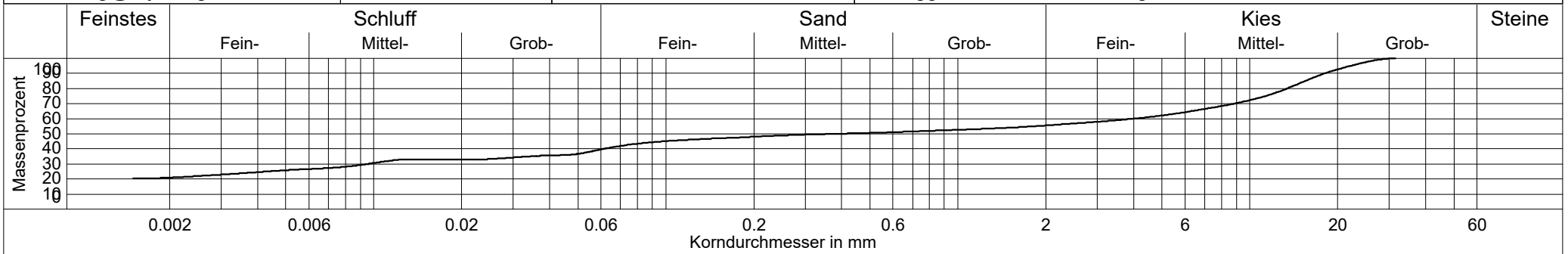


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-BK8-5,00m
Entnahmestelle	BK 8
Entnahmetiefe	2,00 - 5,00 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	8.6/10.9/21.5/58.9 %
Ungleichförmigkeitsgrad	2689.2
Krümmungszahl	12.9
Anteil < 0.063 mm	19.5 %
d10 / d60	0.003/7.603 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.8E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	7.7E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.188 mm
d30	0.527 mm
d20	0.069 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	**Kornverteilung**	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.12
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen

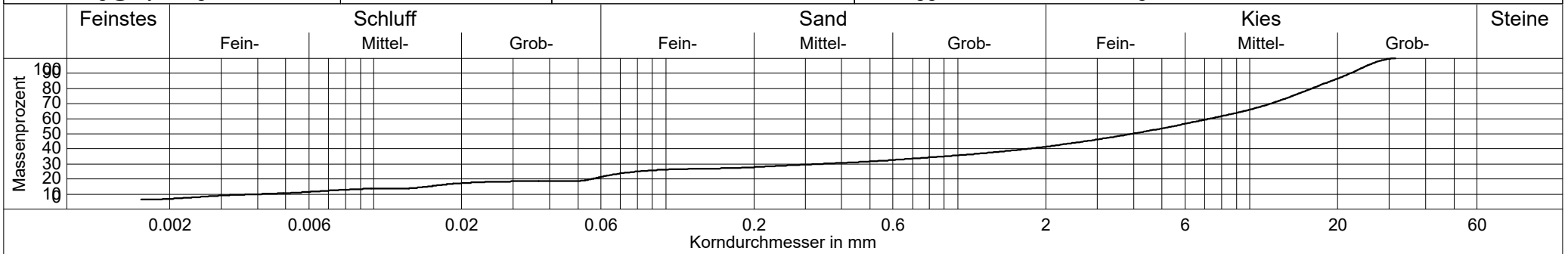


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-RKS1-3,00m
Entnahmestelle	RKS 1
Entnahmetiefe	2,00 - 3,00 m
Bodenart	U,$\overline{g}$,t,s
Bodengruppe	nicht ermittelt
KornfraktionenT/U/S/G	20.9/19.6/15.0/44.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	-
Krümmungszahl	-
Anteil < 0.063 mm	40.5 %
d10 / d60	- /3.986 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	2.3E-08 m/s
kf nach Beyer	-
kf nach Hazen	-
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.004 mm
d30	0.010 mm
d20	-

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	**Kornverteilung**	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.13
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-RKS2-3,30m
Entnahmestelle	RKS 2
Entnahmetiefe	2,00 - 3,30 m
Bodenart	G,s,u,t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	6.9/15.4/19.2/58.5 %
Ungleichförmigkeitsgrad	1787.5
Krümmungszahl	3.9
Anteil < 0.063 mm	22.3 %
d10 / d60	0.004/7.287 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	9.7E-07 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	4.7E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.080 mm
d30	0.338 mm
d20	0.056 mm

DC

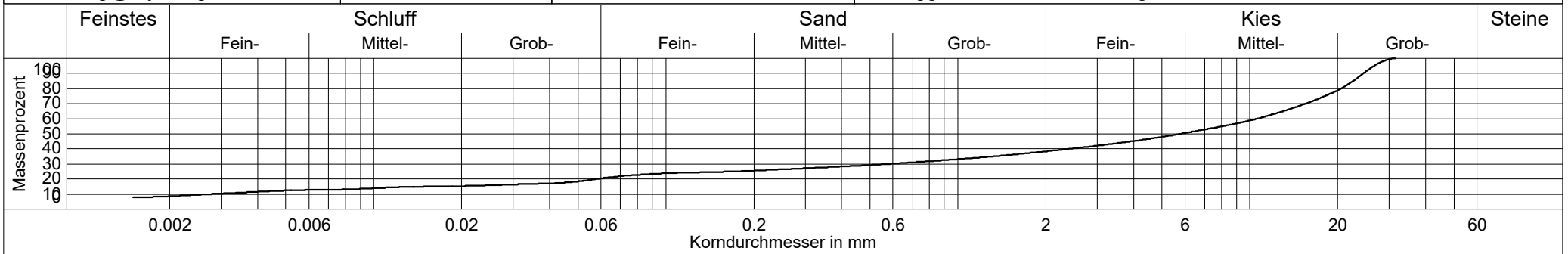
Crystal Geotechnik GmbH
Beratende Ingenieure und Geologen
Hofstattstraße 28, 86919 Utting
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44
Mail: utting@crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt:	Bisingen, Maute Areal
Projektnr.:	B231489
Datum:	15.05.2024
Anlage:	4.14
Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen

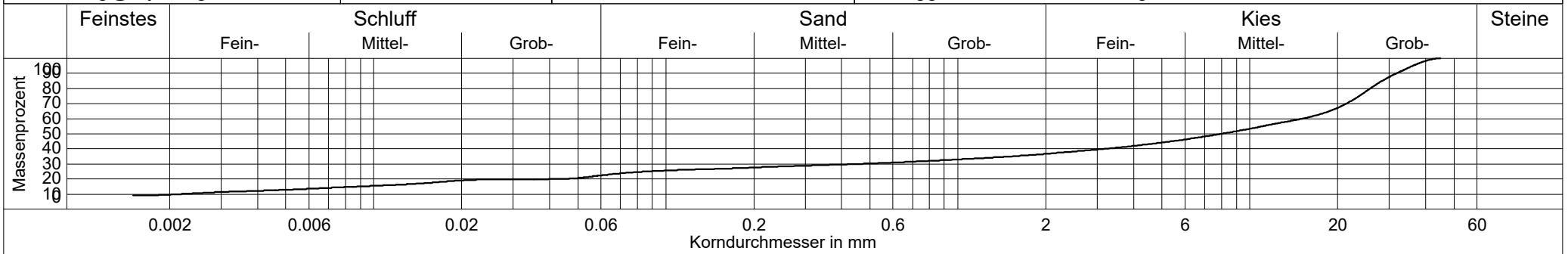


gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Probenbezeichnung	——— B231489-RKS4-4,50m
Entnahmestelle	RKS 4
Entnahmetiefe	3,50 - 4,50 m
Bodenart	G,s,u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	8.6/12.4/17.4/61.7 %
Ungleichförmigkeitsgrad	3835.4
Krümmungszahl	11.4
Anteil < 0.063 mm	20.9 %
d10 / d60	0.003/10.577 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	1.3E-06 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	5.2E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.170 mm
d30	0.576 mm
d20	0.058 mm

DC

Crystal Geotechnik GmbH	DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00	**Kornverteilung**	Projekt: Bisingen, Maute Areal
Beratende Ingenieure und Geologen		DIN EN ISO 17892-4	Projektnr.: B231489
Hofstattstraße 28, 86919 Utting			Datum: 15.05.2024
Tel. 08806/95894-0 Fax: -44			Anlage: 4.15
Mail: utting@crystal-geotechnik.de			Auftraggeber: Gemeinde Bisingen



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

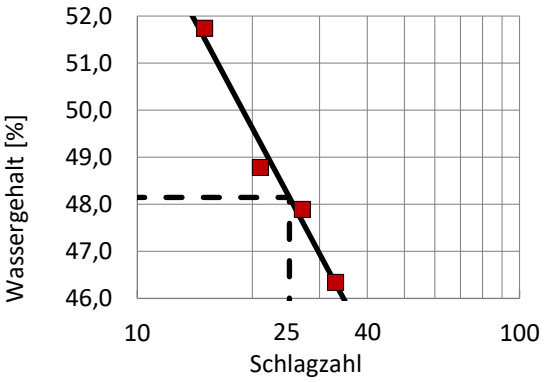
Probenbezeichnung	——— B231489-RKS5-2,00m
Entnahmestelle	RKS 5
Entnahmetiefe	0,70 - 2,00 m
Bodenart	G,s',u',t'
Bodengruppe	$G\overline{U}$
KornfraktionenT/U/S/G	9.6/13.3/13.8/63.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	6921.4
Krümmungszahl	6.3
Anteil < 0.063 mm	22.9 %
d10 / d60	0.002/15.093 mm
Korndichte geschätzt:	2,7g/cm³
kf nach Kaubisch	8.4E-07 m/s
kf nach Beyer	- (Cu > 30)
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Seiler	-
kf nach USBR	2.6E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d25	0.086 mm
d30	0.455 mm
d20	0.043 mm

DC

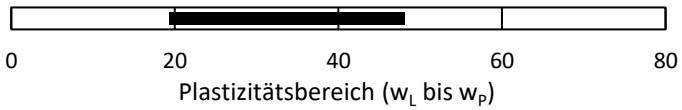
EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08	EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG Revision A - Stand 2022-11 Anlage: 4.16

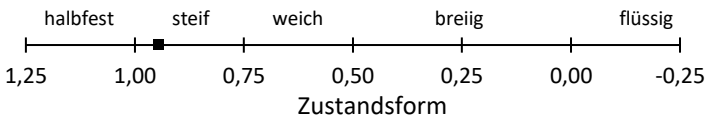
Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-BK6-2,60m		
Entnahmestelle:	BK 6	entnommen am: 19.01.-25.01.2024	durch: Baugrund Süd
Entnahmetiefe:	1,40 - 2,60 m	ausgeführt am: 16.05.2024	durch: GB
Bodenart:	T	$Größtkorn_{Versuch}$: 0,4 mm	Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			50	43	142	18	69	12	62
Zahl der Schläge			33	27	21	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	20,00	25,47	20,33	19,71	11,45	9,45	10,80
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	14,93	18,54	15,12	14,37	10,32	8,44	9,72
Behälter	m_B	[g]	3,99	4,07	4,44	4,05	4,47	3,25	4,12
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	5,07	6,93	5,21	5,34	1,13	1,01	1,08
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	10,94	14,47	10,68	10,32	5,85	5,19	5,60
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	46,3	47,9	48,8	51,7	19,3	19,5	19,3

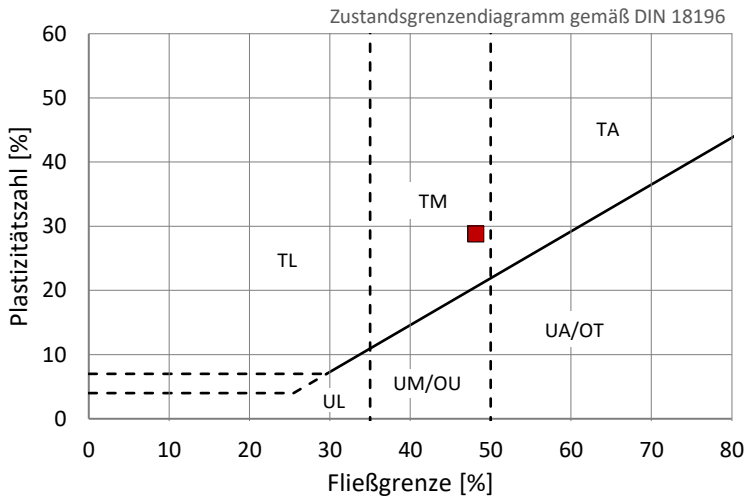


Wassergehalt	w	20,9 %			
Fließgrenze	w_L	48,1 %	Plastizitätszahl	I_P	28,8 %
Ausrollgrenze	w_P	19,4 %	Konsistenzzahl	I_C	0,95





Bodengruppe: TM



Projektleiter: Raphael Schneider

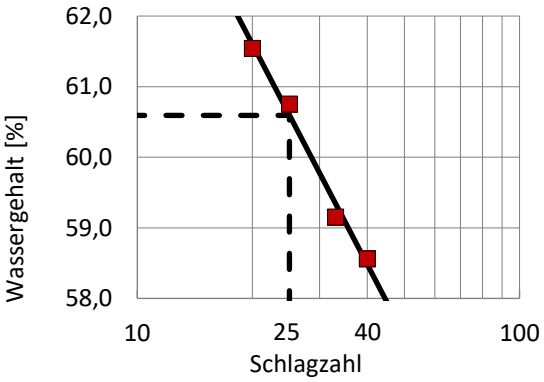
Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

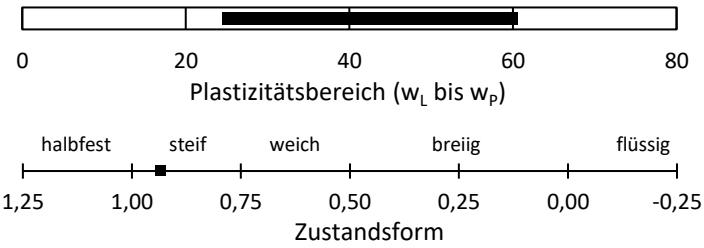
EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08	EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG Revision A - Stand 2022-11 Anlage: 4.17

Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-BK6-4,00m		
Entnahmestelle:	BK 6	entnommen am:	19.01.-25.01.2024 durch: Baugrund Süd
Entnahmetiefe:	3,40 - 4,00 m	ausgeführt am:	16.05.2024 durch: GB
Bodenart:	T	$Größtkorn_{Versuch}$:	0,4 mm Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

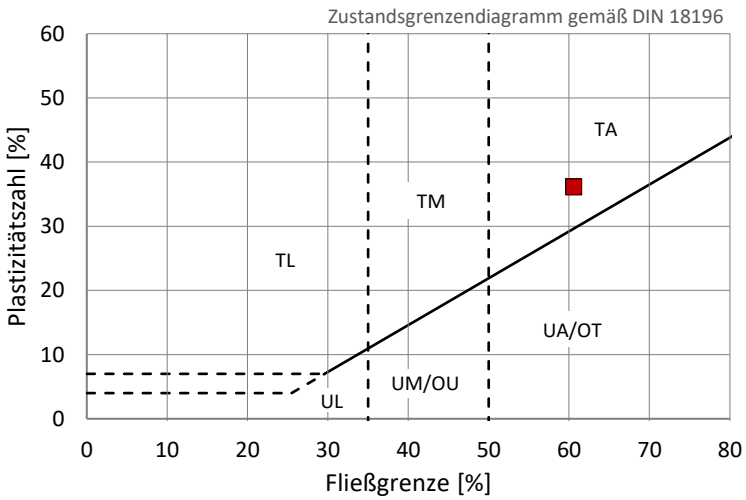
			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			42	18	33	306	20	12	62
Zahl der Schläge			40	33	25	20			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	29,13	27,35	29,66	33,34	11,74	13,11	11,23
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	19,86	18,98	19,97	22,01	10,22	11,32	9,90
Behälter	m_B	[g]	4,03	4,83	4,02	3,60	3,96	4,08	4,46
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	9,27	8,37	9,69	11,33	1,52	1,79	1,33
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	15,83	14,15	15,95	18,41	6,26	7,24	5,44
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	58,6	59,2	60,8	61,5	24,3	24,7	24,4



Wassergehalt	w	26,9 %			
Fließgrenze	w_L	60,6 %	Plastizitätszahl	I_P	36,1 %
Ausrollgrenze	w_P	24,5 %	Konsistenzzahl	I_C	0,93



Bodengruppe: TA



Projektleiter: Raphael Schneider

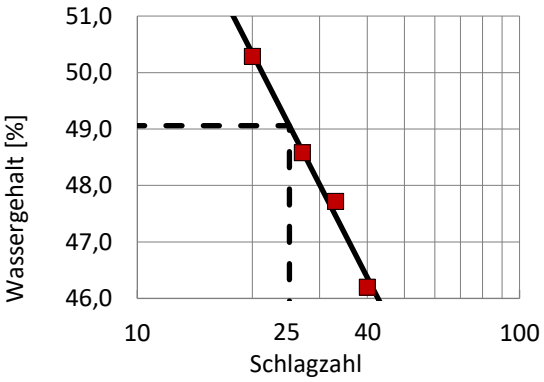
Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

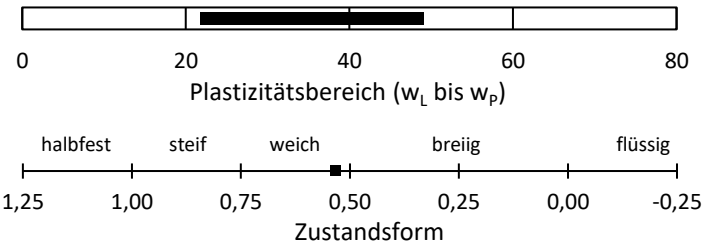
EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08	EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG Revision A - Stand 2022-11 Anlage: 4.18

Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-RKS6-3,40m		
Entnahmestelle:	RKS 6	entnommen am:	22.04.2024 - 23.04.2024 durch: Droemer Bohrtechnik
Entnahmetiefe:	2,00 - 3,40 m	ausgeführt am:	22.05.2024 durch: GB
Bodenart:	T,s',o	$Größtkorn_{Versuch}$:	0,4 mm Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

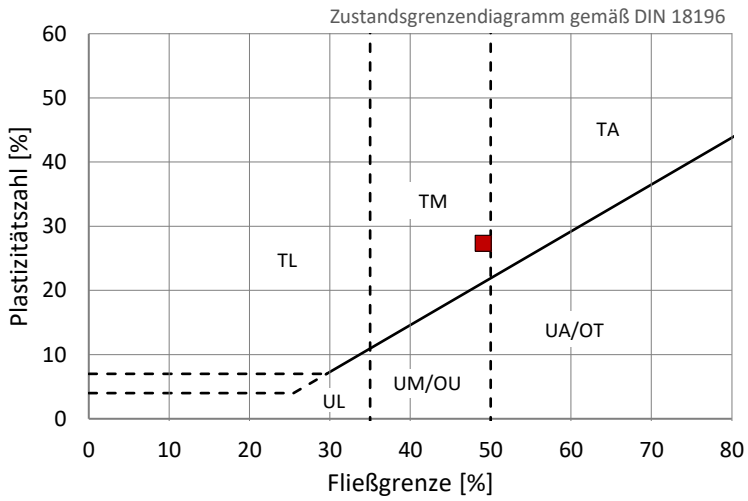
			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			403	55	57	61	13	140	19
Zahl der Schläge			40	33	27	20			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	28,22	27,96	31,29	32,63	10,04	10,13	10,02
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	20,32	20,11	22,39	23,05	8,97	9,02	8,78
Behälter	m_B	[g]	3,22	3,66	4,07	4,00	4,06	3,82	3,15
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	7,90	7,85	8,90	9,58	1,07	1,11	1,24
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	17,10	16,45	18,32	19,05	4,91	5,20	5,63
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	46,2	47,7	48,6	50,3	21,8	21,3	22,0



Wassergehalt	w	34,5 %			
Fließgrenze	w_L	49,1 %	Plastizitätszahl	I_P	27,3 %
Ausrollgrenze	w_P	21,7 %	Konsistenzzahl	I_C	0,53



Bodengruppe: TM



Projektleiter: Raphael Schneider

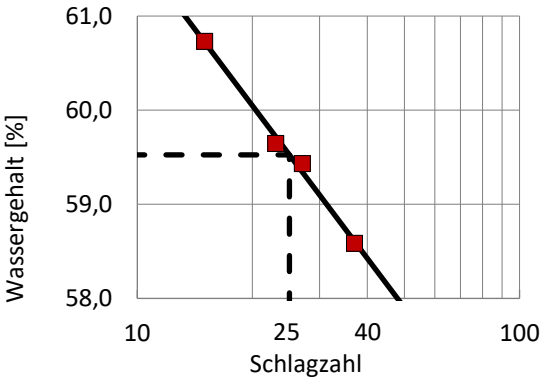
Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

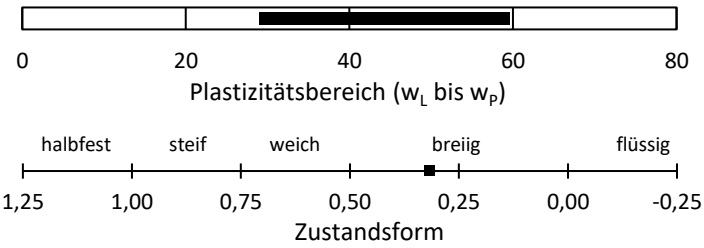
EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08	EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG Revision A - Stand 2022-11 Anlage: 4.19

Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-RKS7-3,30m		
Entnahmestelle:	RKS 7	entnommen am:	22.04.2024 - 23.04.2024 durch: Droemer Bohrtechnik
Entnahmetiefe:	2,00 - 3,30 m	ausgeführt am:	22.05.2024 durch: GB
Bodenart:	T,u,o*	$Größtkorn_{Versuch}$:	0,4 mm Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

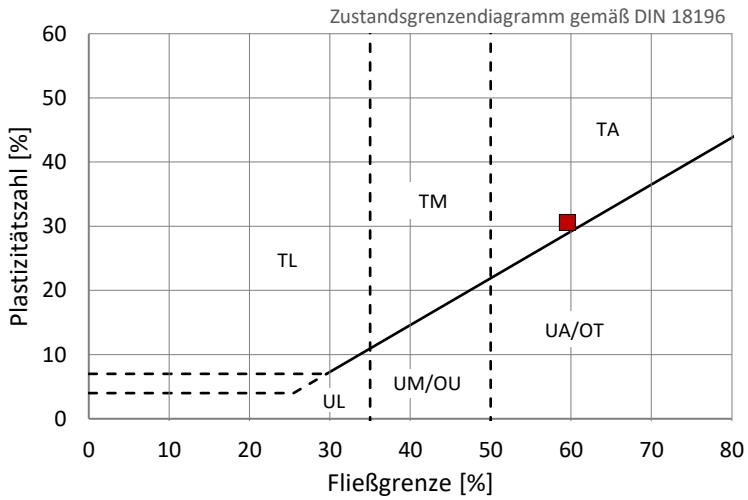
			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			49	10	7	93	102	53	90
Zahl der Schläge			37	27	23	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	26,64	29,85	24,81	29,11	10,80	10,36	9,50
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	18,28	20,24	16,71	19,80	9,24	8,95	8,12
Behälter	m_B	[g]	4,01	4,07	3,13	4,47	3,81	4,07	3,40
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	8,36	9,61	8,10	9,31	1,56	1,41	1,38
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	14,27	16,17	13,58	15,33	5,43	4,88	4,72
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	58,6	59,4	59,6	60,7	28,7	28,9	29,2



Wassergehalt	w	49,8 %			
Fließgrenze	w_L	59,5 %	Plastizitätszahl	I_P	30,6 %
Ausrollgrenze	w_P	29,0 %	Konsistenzzahl	I_C	0,32



Bodengruppe: TA



Projektleiter: Raphael Schneider

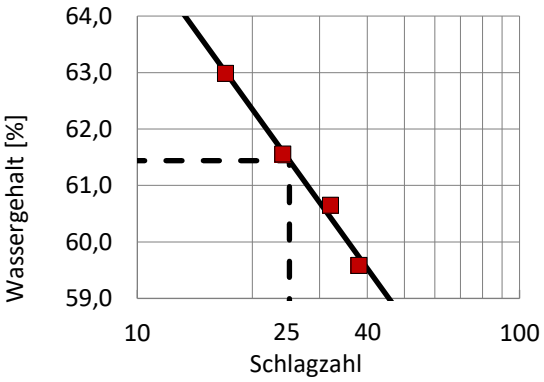
Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

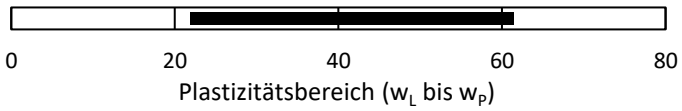
EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08	EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG Revision A - Stand 2022-11 Anlage: 4.20

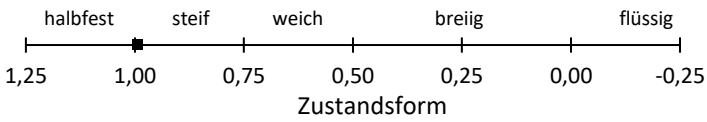
Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-RKS8-3,90m		
Entnahmestelle:	RKS 8	entnommen am:	22.04.2024 - 23.04.2024 durch: Droemer Bohrtechnik
Entnahmetiefe:	2,40 - 3,90 m	ausgeführt am:	22.05.2024 durch: GB
Bodenart:	T	$Größtkorn_{Versuch}$:	0,4 mm Bemerkungen: WG zunehmend natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			49	97	3	136	13	20	12
Zahl der Schläge			38	32	24	17			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	30,06	27,12	27,15	30,30	10,37	10,29	10,54
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	20,36	18,38	18,31	20,31	9,23	9,14	9,24
Behälter	m_B	[g]	4,08	3,97	3,95	4,45	4,06	3,96	3,22
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	9,70	8,74	8,84	9,99	1,14	1,15	1,30
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	16,28	14,41	14,36	15,86	5,17	5,18	6,02
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	59,6	60,7	61,6	63,0	22,1	22,2	21,6

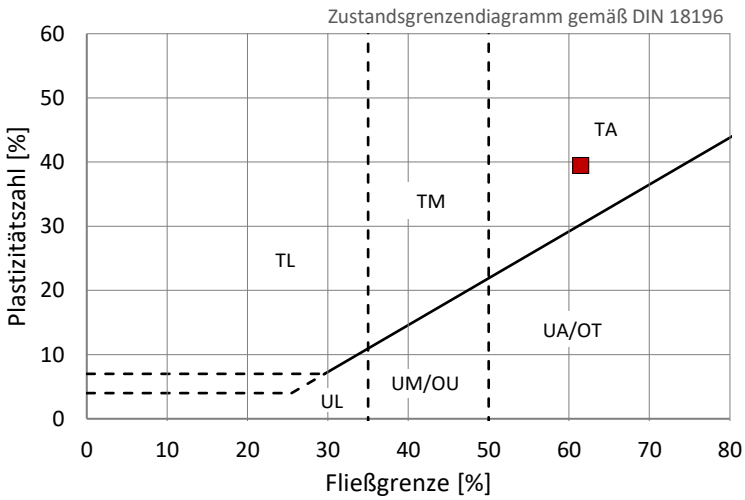


Wassergehalt	w	22,2 %			
Fließgrenze	w_L	61,4 %	Plastizitätszahl	I_P	39,5 %
Ausrollgrenze	w_P	21,9 %	Konsistenzzahl	I_C	0,99





Bodengruppe: TA



Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

EXCEL-Auswertung	Glühverlust gemäß DIN 18128:2002-12	EX-KP-DIN 18128-GL Revision A - Stand 2020-03 Anlage: 4.21

Projekt:	Bisingen, Maute Areal		
Projekt-Nr.:	B231489	Auftraggeber:	Gemeinde Bisingen
Probenbezeichnung:	B231489-RKS6-3,40m		
Entnahmestelle:	RKS 6	entnommen am:	22.04.2024 - 23.04.2024 durch: Droemer Bohrtechnik
Entnahmetiefe:	2,00 - 3,40 m	ausgeführt am:	16.05.2024 durch: GB
Bodenart:	T,s',o	Bemerkungen:	Austritt von Kristallwasser möglich (quellfähige Tonminerale) Verglühen von Kalk möglich (kalkhaltiges Material)
Bodengruppe:			

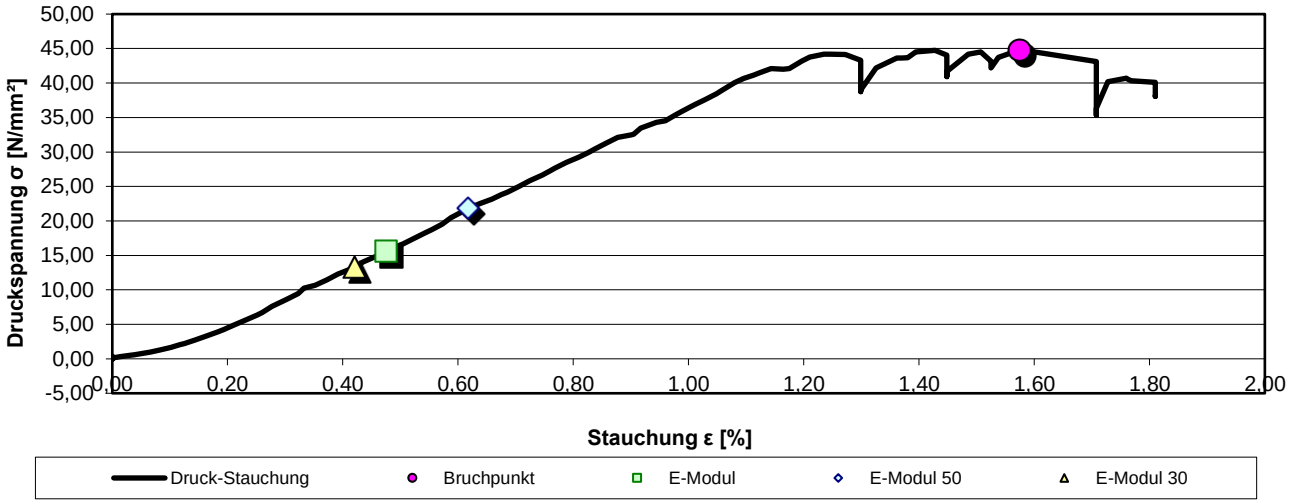
Wassergehalt: 34,5 %	Glühdauer: 6 h	Glühtemperatur: 550 °C	Massenanteil > 2 mm: 0,0 %

Versuch-Nr.			1	2	3
Behälter-Nr.			6	19	18
Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	40,24	37,29	35,28
Behälter	m_B	[g]	25,17	23,43	21,09
Probe	$m_1 = (m_1 + m_B) - m_B$	[g]	15,07	13,86	14,19
Probe geglüht + Behälter	$m_2 + m_B$	[g]	39,00	36,16	34,11
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)	$m_G = (m_1 + m_B) - (m_2 + m_B)$	[g]	1,24	1,13	1,17
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)	$G_i = m_G / m_1 * 100$	[%]	8,2	8,2	8,2
Mittelwert (Fraktion < 2 mm)	$G_{<2} = (G_1 + G_2 + G_3) / 3$	[%]	8,2		
Mittelwert (Gesamtfraktion)	$G_G = G_{<2} \times (100 - A_{>2}) / 100$	[%]	8,2		

Projektleiter: Raphael Schneider

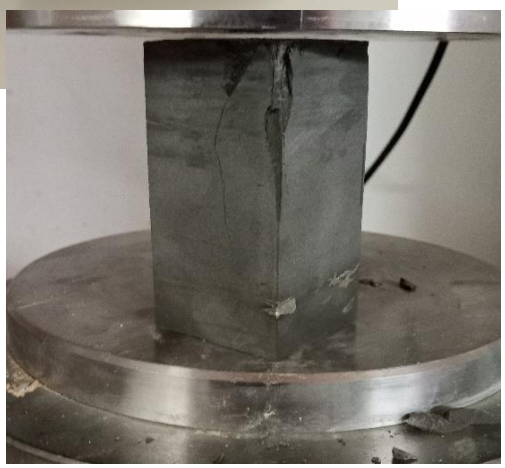
EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.22

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK1-5,70m			
Entnahmestelle: BK 1	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 5,60 - 5,70 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen:			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,1273	0,001
5,6120	0,231
16,0291	0,485
35,8842	0,988
38,1737	1,810
38,1737	1,810
38,1737	1,810
38,1737	1,810
38,1737	1,810
38,1737	1,810

Probekörperhöhe	[mm]	71,0
Kantenlänge a x b	[mm]	36 x 36
Probekörpervolumen	[cm³]	92,02
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	248,95
Wassergehalt	[%]	0,90
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,71
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	0,710
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**44797**
Bruchstauchung	[%]	1,6
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**4304613**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	4052126
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	4304613



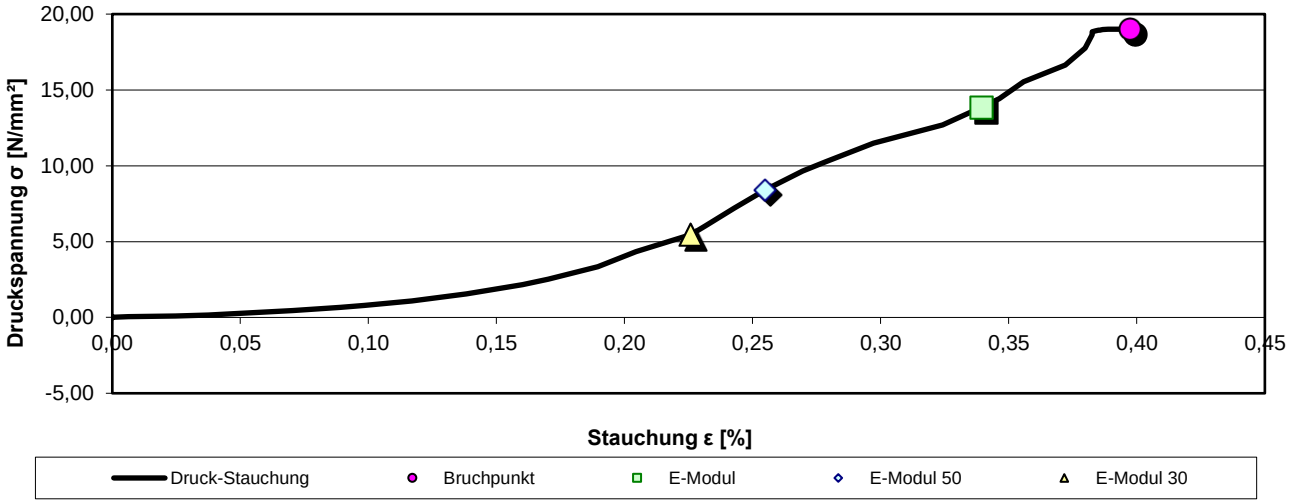
Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

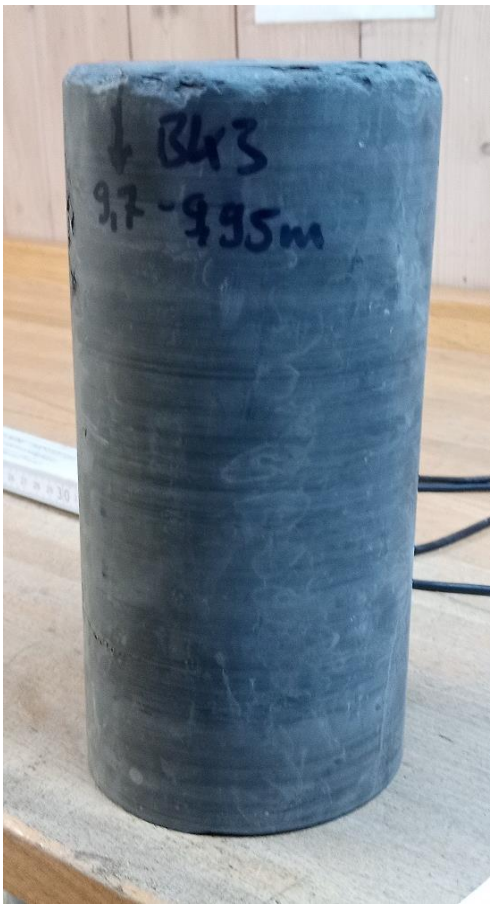
EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.23

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK3-9,95m			
Entnahmestelle: BK 3	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 9,70 - 9,95 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen: maximale Kraft wurde erreicht			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,0153	0,000
7,2087	0,243
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397
19,0271	0,397

Probekörperhöhe	[mm]	215,0
Probekörperdurchmesser	[mm]	100,0
Probekörpervolumen	[cm³]	1688,61
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	3698,50
Wassergehalt	[%]	1,60
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,19
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	2,150
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**19030**
Bruchstauchung	[%]	0,4
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**12070926**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	10803192
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	8366285



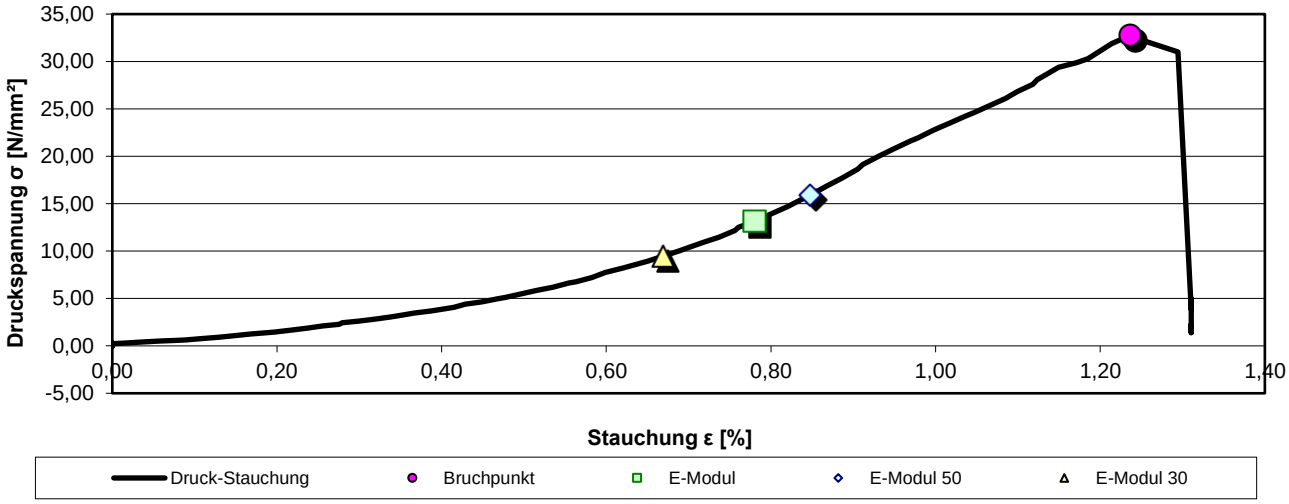
Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.24

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK3-14,65m			
Entnahmestelle: BK 3	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 14,40 - 14,65 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen:			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,2286	0,000
1,8568	0,237
5,4910	0,496
22,7624	0,998
1,5347	1,311
1,5347	1,311
1,5347	1,311
1,5347	1,311
1,5347	1,311
1,5347	1,311

Probekörperhöhe	[mm]	71,0
Kantenlänge a x b	[mm]	35 x 35
Probekörpervolumen	[cm³]	86,98
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	244,16
Wassergehalt	[%]	2,90
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,81
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	0,700
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**32765**
Bruchstauchung	[%]	1,2
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**4632471**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	4031149
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	4281797

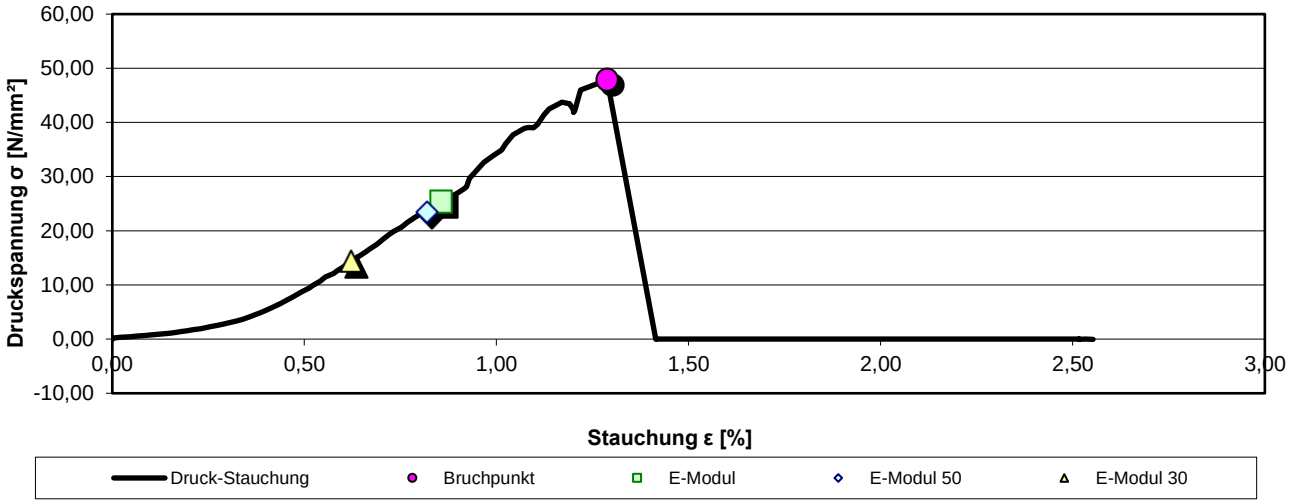
Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

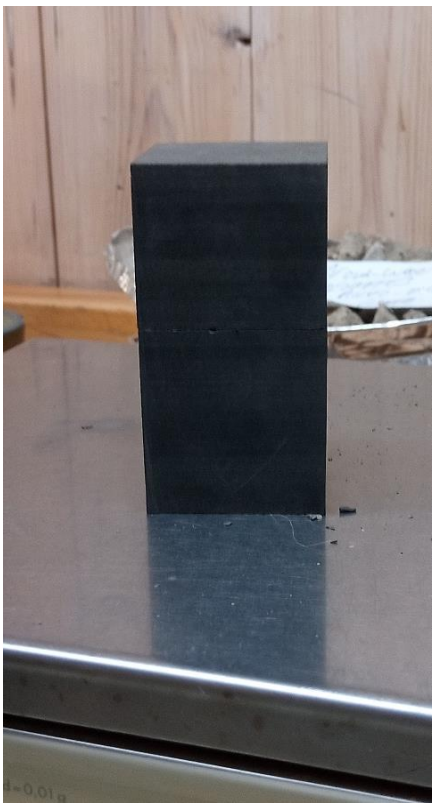
EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.25

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK5-7,70m			
Entnahmestelle: BK 5	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 7,50 - 7,70 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen:			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,1852	0,002
2,0245	0,238
8,6685	0,492
34,0067	0,994
-0,0038	1,990
-0,0226	2,553
-0,0226	2,553
-0,0226	2,553
-0,0226	2,553
-0,0226	2,553

Probekörperhöhe	[mm]	72,0
Kantenlänge a x b	[mm]	37 x 36
Probekörpervolumen	[cm³]	93,31
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	221,00
Wassergehalt	[%]	3,80
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,37
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	0,700
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**47848**
Bruchstauchung	[%]	1,3
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**6857310**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	6732068
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	4579741



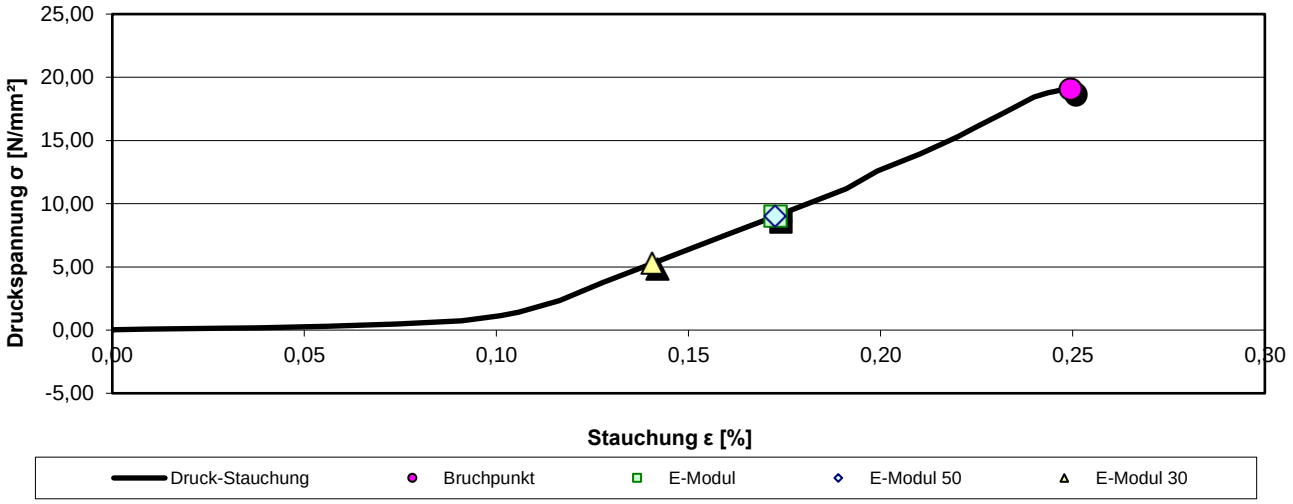
Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

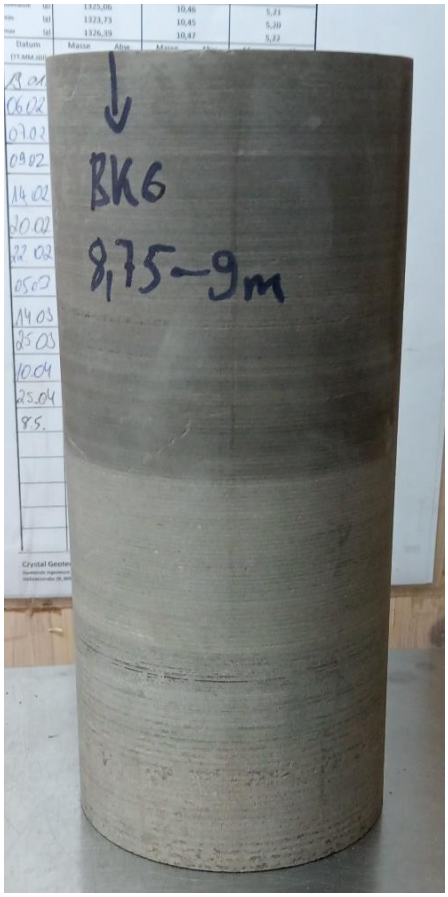
EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.26

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK6-9,00m			
Entnahmestelle: BK 6	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 8,75 - 9,00 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen: maximale Kraft wurder erreicht			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,0344	0,000
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250
19,0451	0,250

Probekörperhöhe	[mm]	232,0
Probekörperdurchmesser	[mm]	100,0
Probekörpervolumen	[cm³]	1822,12
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	4588,00
Wassergehalt	[%]	1,40
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,52
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	2,320
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**19056**
Bruchstauchung	[%]	0,2
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**14042693**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	13121239
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	14042693



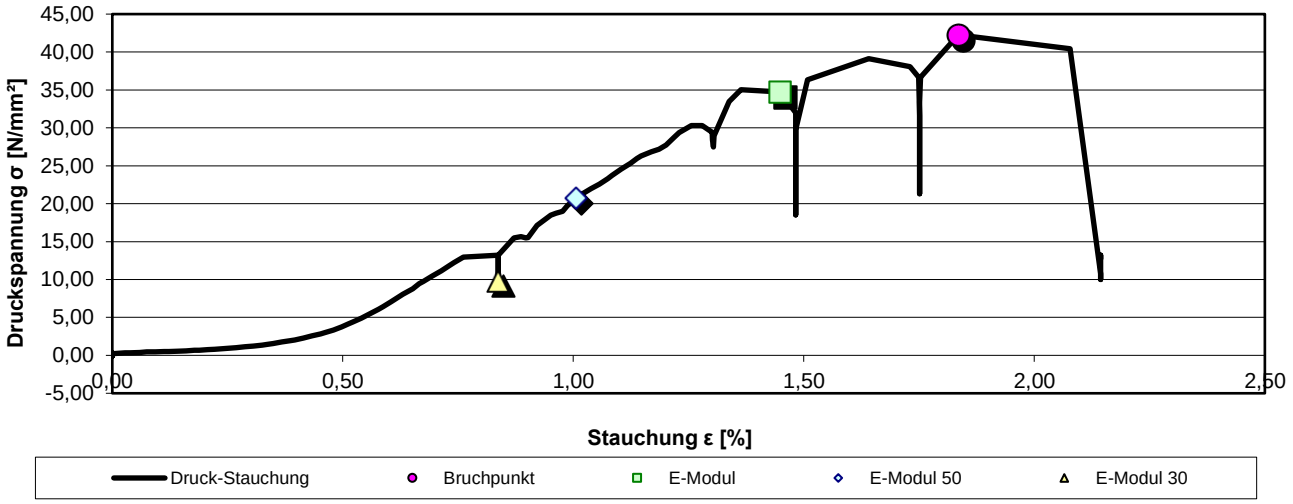
Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

EXCEL-Auswertung	Einaxialer Druckversuch gemäß DIN EN ISO 17892-7:2018-05	EX-KP-DIN EN ISO 17892-7-Einax Revision B - Stand 2022-05 Anlage: 4.27

Projekt: Bisingen, Maute Areal			
Projekt-Nr.: B231489	Auftraggeber: Gemeinde Bisingen		
Probenbezeichnung: B231489-BK9-6,45m			
Entnahmestelle: BK 9	entnommen am: 19.01. - 25.01.2024	durch: Baugrund Süd	
Entnahmetiefe 6,35 - 6,45 m	ausgeführt am: 03.06.2024	durch: ML/GB	
Bodenart: Tst	Bodengruppe:		
Bemerkungen:			



Druckspannung σ [N/mm²]	Stauchung ε [%]
0,1984	0,000
0,9065	0,250
3,7353	0,498
19,7514	0,988
42,2536	1,835
12,7213	2,144
12,7213	2,144
12,7213	2,144
12,7213	2,144
12,7213	2,144

Probekörperhöhe	[mm]	72,0
Kantenlänge a x b	[mm]	35 x 36
Probekörpervolumen	[cm³]	90,72
Anfangsmasse / Feuchtmasse	[g]	204,86
Wassergehalt	[%]	2,30
Probekörperdichte	[g/cm³]	2,26
Vorschubgeschwindigkeit	[mm/min]	0,700
Probenkörperabgleich		nein
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	[kPa]	**42254**
Bruchstauchung	[%]	1,8
E-Modul nach DIN 18136 E_u	[kPa]	**6077056**
E - Modul bei 50% q_u (E_{u50})	[kPa]	3536024
E - Modul bei 30% q_u (E_{u30})	[kPa]	4325854

Projektleiter: Raphael Schneider

Crystal Geotechnik
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Hofstattstraße 28, 86919 Utting, Tel.: 08806/95894-0, www.crystal-geotechnik.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19909-01-00

Anlage 5

Tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche

BV Maute Bisingen		DIN 18300:2019-09	DIN 18301:2019-09	DIN 18304:2019-09	Homogen-bereich X3.1	Homogen-bereich X3.2	Homogen-bereich X3.3
Bezeichnung im Gutachten vom 18.04.2019					**Posidonienschiefer (frisch / unverwittert)**	**Posidonienschiefer (verfärbt / angewittert)**	**Posidonienschiefer (zerfallen / stark verwittert)**
Umweltrelevante Inhaltstoffe		x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Fels	**ortsübliche Bezeichnung**	x	x	x	Posidonienschiefer	Posidonienschiefer	Posidonienschiefer
	Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	o	x	x	Tst / Mst	Tst / Mst	Tst / Mst
	Dichte DIN 18125-2	x			2,2 - 2,8 g/cm³	2,1 - 2,4 g/cm³	2,0 - 2,2 g/cm³
	Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit DIN 14689-1	o	x		frisch / unverwittert	verfärbt / angewittert	zerfallen / stark verwittert
	einaxiale Druckfesigkeit	x	x	x	> 50 MN/m²	30 - 50 MN/m²	15 - 30 MN/m²
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand und Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689-1	o	x		nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
	Abrasivität NF P18-579 Abrasivitätskoeffizient LAK		x		200 - 300 g/t	100 - 250 g/t	100 - 250 g/t

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich
o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen